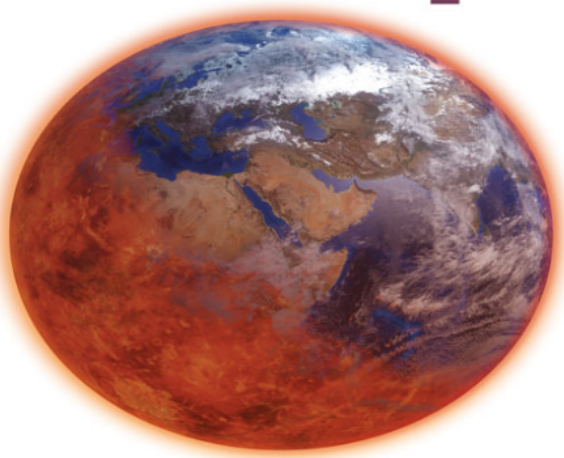
BILL GATES

HOW TO AVOID A CLIMATE DISASTER

THẢM HỌA KHÍ HẬU



CHÚNG TA ĐÃ CÓ GÌ VÀ CHÚNG TA PHẢI LÀM GÌ ĐỂ ỨNG PHÓ?

OMEGA+ NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

Nhóm dịch **GreenID**

Duong Kobo's Book Club

Tủ sách Kỹ thuật số
dành cho
Kindle & Kobo

SCAN TO JOIN

THẢM HỌA KHÍ HẬU

Chúng ta đã có gì và chúng ta phải làm gì để ứng phó?

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

Số 4, Tống Duy Tân, Hàng Bông, Hoàn Kiếm, Hà Nội

Điện thoại: (024) 3 825 2916 Fax: (024) 3 928 9143

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Tổng Giám đốc - Tổng Biên tập

VŨ VĂN VIỆT

Biên tập: Hoàng Thị Tâm

Trình bày: Vũ Lê Thư

Thiết kế: Phạm Ngọc Điệp

Sửa bản in: Đặng Dũng

In 2.500 cuốn, khổ 16 x 24 cm tại Công ty Cổ phần In Bản Việt

Địa chỉ: Thôn Hậu Ái, Xã Vân Canh, Huyện Hoài Đức, Hà Nội

Giấy chấp nhận đăng kí kế hoạch xuất bản số: 1711-2021/CXBIPH/05-130/HN

QĐXB số: 1155/QĐ-HN do Nhà xuất bản Hà Nội cấp ngày 1/6/2021.

ISBN: 978-604-55-9560-2. In xong và nộp lưu chiểu năm 2021.

Gửi tới những nhà khoa học, những nhà đổi mới và những nhà hoạt động đang dẫn đầu.

Lời mở đầu
Từ 51 tỉ đến 0

Có hai con số bạn cần biết về biến đổi khí hậu. Con số đầu tiên là 51 tỉ. Con số còn lại là 0.

51 tỉ là số tấn khí thải gây hiệu ứng nhà kính mà thế giới trút vào bầu khí quyển mỗi năm. Mặc dù con số này có thể tăng hoặc giảm một chút qua các năm, nhưng nhìn chung, nó đang tăng lên. Đây là *thực trạng hiện nay*.[i]

---

[i] Con số 51 tỉ tấn được dựa trên những dữ liệu cập nhật nhất. Lượng phát thải toàn cầu đã giảm xuống một chút vào năm 2020 – có lẽ vào khoảng 5% – do nền kinh tế bị đại dịch COVID-19 kìm hãm nặng nề. Nhưng vì chúng ta không biết số liệu chính xác của năm 2020, tôi sẽ sử dụng con số 51 tỉ tấn để nói về tổng lượng phát thải. Chúng sẽ sẽ thường xuyên nhắc đến chủ đề COVID-19 trong suốt cuốn sách này. (Chú thích của tác giả, các chú thích của người biên tập sẽ có thêm ký hiệu BT.)

Còn 0 chính là *mục tiêu chúng ta cần hướng tới.* Để ngăn chặn tình trạng gia tăng nhiệt độ và tránh những tác động tồi tệ nhất của biến đổi khí hậu (những tác động này sẽ thực sự tồi tệ), con người cần ngừng trút thêm khí nhà kính vào bầu khí quyển.

Nhiệm vụ này nghe có vẻ khó khăn, bởi vì nó thực sự là vậy. Thế giới chưa bao giờ làm được điều gì lớn lao như thế. Mỗi quốc gia đều cần thay đổi hướng đi của mình. Hầu như mọi hoạt động của cuộc sống hiện đại – phát triển, sản xuất, di chuyển – đều liên quan đến việc giải phóng khí nhà kính, và theo thời gian, sẽ có

càng nhiều người tuân theo lối sống hiện đại này. Điều đó cũng tốt, cuộc sống của họ sẽ ngày càng cải thiện. Tuy nhiên, nếu không có gì thay đổi, thế giới sẽ tiếp tục tạo ra khí nhà kính và biến đổi khí hậu sẽ tiếp tục tồi tệ hơn, còn tác động lên con người nhiều khả năng sẽ trở thành thảm họa.

Nhưng "không có gì thay đổi" lại là một giả định lớn. Tôi tin rằng mọi thứ *có thể* thay đổi. Chúng ta đã có một số công cụ cần thiết; và với những kiến thức về khí hậu và công nghệ mà mình đã học được, tôi lạc quan tin rằng chúng ta có thể phát minh và triển khai những công cụ mà mình chưa có. Nếu hành động đủ nhanh, chúng ta có thể tránh được một thảm họa khí hậu.

Cuốn sách này được dành để nói về những điều kiện cần thiết cho mục tiêu trên và lý do tôi cho rằng chúng ta có thể làm được điều ấy.

—

Hai thập niên trước, tôi chưa hề nghĩ rằng một ngày nào đó tôi sẽ nói chuyện trước công chúng về biến đổi khí hậu, chứ đừng nói tới việc viết một cuốn sách về chủ đề này. Nền tảng của tôi là về phần mềm, không phải là khoa học khí hậu; vậy mà những ngày này, tôi đang dành toàn thời gian làm việc với Melinda, người vợ của tôi[i], tại Quỹ Gates, nơi chúng tôi đang tập trung làm việc về các vấn đề phát triển. sức khỏe toàn cầu và nền giáo dục của nước Mỹ.

---

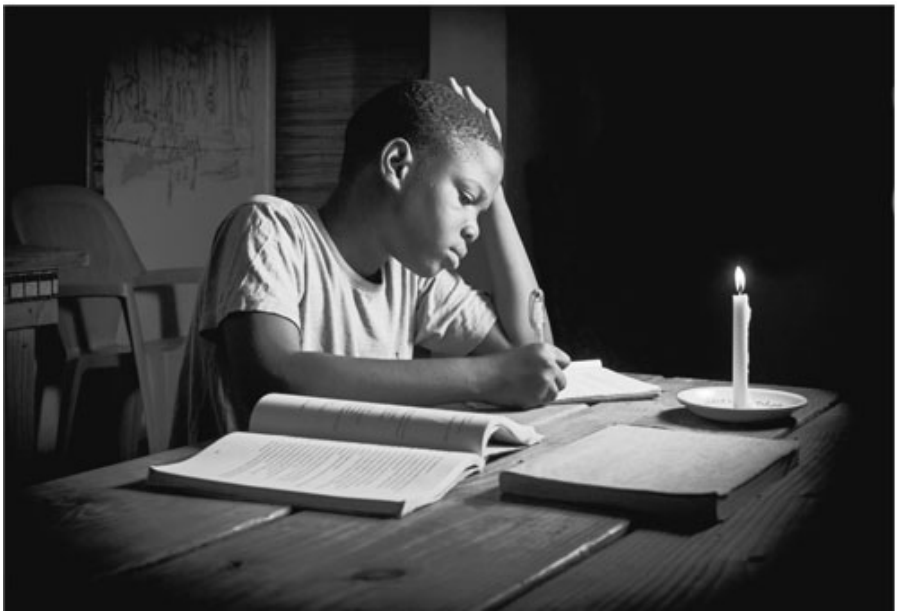
[i]. *Tại thời điểm viết cuốn sách, Bill Gates và vợ chưa ly hôn. (BT)*

Tôi đến với lĩnh vực biến đổi khí hậu qua một con đường gián tiếp – bắt đầu từ vấn đề thiếu khả năng tiếp cận năng lượng.

Vào đầu những năm 2000, khi Quỹ Gates mới khởi sự, tôi bắt đầu đi đến những quốc gia có thu nhập thấp ở châu Phi hạ Sahara và Nam Á để tìm hiểu thêm về tỉ lệ tử vong ở trẻ em, HIV và những vấn đề lớn khác mà chúng tôi đang can thiệp. Nhưng tôi không chỉ quan tâm đến bệnh tật. Khi bay qua những thành phố lớn tại đó và nhìn qua ô cửa sổ máy bay, tôi nghĩ: "*Tại sao ngoài đó lại tối đến vậy? Thứ ánh sáng như ở New York, Paris hay Bắc Kinh đâu rồi?*"

Ở Lagos, Nigeria, tôi đi dọc những con phố tối tăm thiếu ánh đèn, nơi mọi người đang tụ tập quanh đống lửa được thắp trong những thùng dầu cũ. Ở những ngôi làng hẻo lánh, Melinda và tôi đã gặp

những phụ nữ và bé gái phải dành hàng giờ kiếm củi mỗi ngày để có thể nấu nướng trên ngọn lửa trần trong nhà. Chúng tôi đã gặp những đứa trẻ làm bài tập dưới ánh nến vì không có điện.

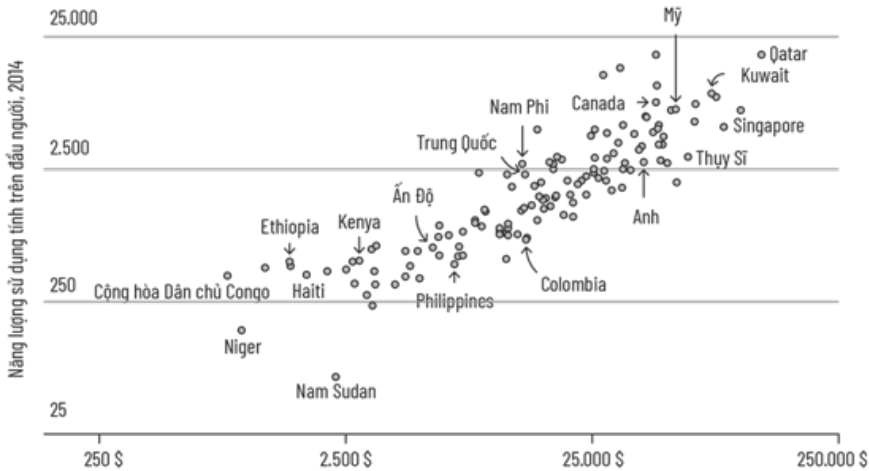


Melinda và tôi thường gặp những đứa trẻ như Ovulube Chinachi, một cậu bé chín tuổi, sống tại Lagos, Nigeria và phải làm bài tập dưới ánh nến.[1]

Tôi đã được biết rằng có khoảng một tỉ người không được tiếp cận với nguồn điện ổn định và một nửa trong số họ sống ở châu Phi hạ Sahara. (Thực trạng này đã được cải thiện một chút; ngày nay có khoảng 860 triệu người không được sử dụng điện.) Tôi nghĩ về phương châm của Quỹ Gates – "Mọi người đều xứng đáng có cơ hội để sống một cuộc đời khỏe mạnh và tích cực" – và những khó khăn người ta gặp phải để giữ sức khỏe nếu phòng khám ở nơi họ sống không thể bảo quản vắc-xin vì tủ lạnh không hoạt động. Thật khó để làm việc hiệu quả nếu không có đèn để đọc. Cũng không thể xây dựng một nền kinh tế với đầy đủ cơ hội việc làm nếu không có một nguồn điện dồi dào, ổn định, giá cả phải chăng để cung cấp cho các văn phòng, nhà máy và trung tâm chăm sóc khách hàng.

Cùng thời điểm đó, vị Giáo sư quá cố David MacKay thuộc Đại học Cambridge đã chia sẻ với tôi một biểu đồ cho thấy mối quan hệ giữa thu nhập và việc sử dụng năng lượng, cụ thể hơn là thu nhập bình quân đầu người của một quốc gia và lượng điện tiêu thụ của người dân. Trục hoành của biểu đồ thể hiện thu nhập bình quân

đầu người của nhiều quốc gia; trục tung thể hiện mức năng lượng tiêu thụ. Và tôi có thể thấy rõ rằng hai vấn đề này có mối tương quan.



Thu nhập tính trên đầu người, 2014

Thu nhập tỉ lệ thuận với sử dụng năng lượng. Đây là biểu đồ mà David MacKay đã cho tôi xem. Chúng ta có thể dễ dàng nhận thấy sự tương quan. (Cơ quan Năng lượng Quốc tế; Ngân hàng Thế giới)[2]

Khi hiểu được tất cả những thông tin này, tôi bắt đầu tư duy về những cách mà qua đó thế giới có thể giúp những người nghèo tiếp cận với nguồn năng lượng ổn định với giá cả phải chăng. Sẽ chẳng hợp lý nếu Quỹ Gates tìm cách giải quyết vấn đề lớn này – chúng tôi cần tập trung vào sứ mệnh cốt lõi của mình – nhưng tôi đã bắt đầu thảo luận về các ý tưởng với một số người bạn vốn là những nhà phát minh. Tôi đọc sâu hơn về chủ đề này, bao gồm một số cuốn sách mang tính khai sáng của nhà khoa học kiêm sử gia Vaclav Smil; ông đã giúp tôi hiểu năng lượng quan trọng như thế nào đối với nền văn minh hiện đại.

Vào thời điểm đó, tôi chưa hiểu được rằng chúng ta cần phải đạt được con số 0. Các quốc gia giàu có vốn chịu trách nhiệm về phần lớn lượng phát thải đang bắt đầu chú ý đến biến đổi khí hậu, và tôi từng cho rằng như vậy là đủ. Tôi tin mình có thể góp sức bằng việc vận động để tạo ra nguồn năng lượng đáng tin cậy với giá cả phải chăng cho người nghèo.

Một mặt, họ là những người được hưởng lợi nhiều nhất. Năng lượng rẻ hơn không chỉ đem lại ánh sáng trong đêm, mà còn làm

hạ chi phí mua phân bón cho đồng ruộng và xi măng để xây nhà. Và khi xét đến biến đổi khí hậu, người nghèo sẽ chịu thiệt hại nhiều nhất. Phần lớn trong số họ là những con người đang có một cuộc sống bấp bênh và không thể chịu đựng thêm hạn hán hay lũ lụt nữa.

Mọi thứ đã thay đổi vào cuối năm 2006 khi tôi gặp hai người đồng nghiệp từng làm việc tại Microsoft, họ đang tạo lập nên những tổ chức phi lợi nhuận tập trung hoạt động trong lĩnh vực năng lượng và khí hậu. Đi cùng họ là hai nhà khoa học khí hậu với những hiểu biết sâu sắc về vấn đề, bốn người họ đã chỉ ra cho tôi những dữ liệu cho thấy mối liên quan giữa phát thải khí nhà kính và biến đổi khí hậu.

Tôi biết rằng khí nhà kính đang làm nhiệt độ tăng lên, nhưng tôi từng cho rằng đó là những sự biến đổi theo chu kỳ, hoặc theo tự nhiên sẽ có những yếu tố khác ngăn chặn một thảm họa khí hậu thực sự. Và thật khó để chấp nhận rằng nhiệt độ vẫn sẽ tiếp tục tăng lên, trừ phi con người hoàn toàn ngừng phát thải thêm khí nhà kính.

Cuối cùng tôi cũng hiểu vấn đề sau khi tìm đến họ thêm một số lần cùng những câu hỏi liên quan. Thế giới cần nhiều năng lượng hơn để những người nghèo nhất có thể phát triển, nhưng chúng ta cần cung cấp năng lượng đó mà không tạo ra thêm khí nhà kính.

Bây giờ, vấn đề dường như còn khó khăn hơn. Chỉ cung cấp nguồn năng lượng rẻ và ổn định cho người nghèo thôi là chưa đủ, chúng còn cần phải sạch nữa.

Tôi tiếp tục tìm hiểu mọi thứ có thể về biến đổi khí hậu. Tôi đã gặp các chuyên gia về khí hậu, năng lượng, nông nghiệp, đại dương, mực nước biển, sông băng, đường dây điện và nhiều lĩnh vực khác nữa. Tôi đã đọc các báo cáo của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) thuộc Liên Hợp Quốc – cơ quan này đã xác lập sự đồng thuận khoa học về chủ đề biến đổi khí hậu. Tôi đã xem *Earth's Changing Climate* (tạm dịch: Sự biến đổi của khí hậu Trái Đất) – một loạt bài giảng tuyệt vời của Giáo sư Richard Wolfson trong khóa học Great Courses. Tôi đã đọc *Weather for Dummies* (tạm dịch: Thời tiết cho Bạn ngốc) – đây vẫn là một trong những cuốn sách hay nhất về thời tiết mà tôi được cầm trên tay.

Tôi nhận thấy rõ rằng các nguồn năng lượng tái tạo hiện tại của chúng ta – chủ yếu là gió và Mặt Trời – có thể giúp giải quyết nhiều

vấn đề, nhưng chúng ta chưa nỗ lực hết sức để sử dụng chúng.[i] Tôi cũng hiểu rõ tại sao chỉ năng lượng gió và Mặt Trời là không đủ để đưa chúng ta đến con số 0. Không phải lúc nào gió cũng thổi và Mặt Trời cũng chiếu sáng, chúng ta cũng không có các loại pin với giá cả phải chăng để lưu trữ một lượng điện năng ở quy mô thành phố trong một thời gian đủ dài. Bên cạnh đó, việc sản xuất điện chỉ chiếm 27% tổng lượng phát thải gây hiệu ứng nhà kính. Ngay cả khi đã có một bước đột phá lớn về pin, chúng ta vẫn cần loại bỏ 73% lượng phát thải còn lại.

---

[i]. Thủy điện – điện năng được tạo ra nhờ dòng nước chảy xuống đập – là một nguồn năng lượng tái tạo. Trên thực tế, nó là nguồn năng lượng tái tạo lớn nhất nước Mỹ. Nhưng chúng ta đã khai thác hầu hết nguồn thủy điện sẵn có. Chẳng còn gì nhiều để phát triển thêm nữa. Vì vậy, phần lớn những nguồn năng lượng sạch bổ sung phải đến từ nguồn khác.

Trong vòng vài năm, tôi đã được thuyết phục về ba điểm sau:

1. Để tránh thảm họa khí hậu, chúng ta phải đạt được con số 0.

2. Chúng ta cần triển khai các công cụ sẵn có, như năng lượng Mặt Trời và gió, một cách nhanh hơn và khôn ngoan hơn.

3. Chúng ta cần tạo ra và triển khai các công nghệ đột phá để hoàn thành chặng đường hướng đến mục tiêu.

Con số 0 đã và đang là một mục tiêu nhất định phải đạt được. Nếu chúng ta còn xả thêm khí nhà kính vào khí quyển, nhiệt độ vẫn sẽ tiếp tục tăng lên. Có thể so sánh thật dễ hiểu như sau: Khí hậu giống như một chiếc bồn tắm được từ từ đổ đầy *nước.* Ngay cả khi chúng ta chỉ cho nước chảy nhỏ giọt, bồn tắm cuối cùng vẫn sẽ đầy và nước vẫn sẽ tràn ra sàn. Đó là thảm họa mà chúng ta phải ngăn chặn. Nhưng nếu mục tiêu chỉ dừng lại ở giảm thiểu thay vì loại bỏ lượng phát thải, chúng ta sẽ không đi đến đâu cả. Đích đến hợp lý duy nhất là con số 0. (Để hiểu rõ hơn về ý nghĩa của con số 0 và tác động của biến đổi khí hậu, hãy xem Chương 1.)

Nhưng khi biết được những điều này, tôi không chủ đích tìm kiếm thêm một vấn đề để giải quyết. Sức khỏe và sự phát triển toàn cầu cùng với nền giáo dục của nước Mỹ là hai lĩnh vực mà tôi và Melinda đã lựa chọn để tìm hiểu, xây dựng đội ngũ chuyên gia và đầu tư nguồn lực của mình. Tôi cũng nhận ra rằng nhiều người nổi tiếng đã đưa vấn đề biến đổi khí hậu vào kế hoạch hành động của họ.

Vì vậy, dù đã tham gia nhiều hơn, nhưng tôi vẫn không đặt nó thành ưu tiên hàng đầu. Khi có thời gian, tôi đọc sách và gặp gỡ các chuyên gia. Tôi đầu tư vào một số công ty năng lượng sạch. Tôi bỏ vài trăm triệu đô-la để thành lập một công ty với mục đích thiết kế nhà máy điện hạt nhân thế hệ mới; đó sẽ là một cơ sở có khả năng sản xuất điện sạch và tạo ra rất ít chất thải hạt nhân. Tôi có một buổi thuyết trình TED mang tên "Innovating to Zero!" (tạm dịch: Đổi mới để Phát thải bằng 0). Nhưng chủ yếu, tôi vẫn tập trung vào công việc của Quỹ Gates.

Sau đó, vào mùa xuân năm 2015, tôi quyết định rằng mình cần phải làm nhiều hơn và lên tiếng nhiều hơn. Tôi từng xem các bản tin về sinh viên đại học trên khắp nước Mỹ; họ đang tổ chức biểu tình để yêu cầu các quỹ tài trợ của trường phải thoái vốn khỏi ngành nhiên liệu hóa thạch. Là một phần của phong trào đó, tờ *The Guardian* của nước Anh đã phát động một chiến dịch kêu gọi Quỹ Gates từ bỏ một phần nhỏ tài sản đang được đầu tư vào các công ty nhiên liệu hóa thạch. Họ đã làm một video với hình ảnh của những người từ khắp nơi trên thế giới đang yêu cầu tôi thoái vốn.

Tôi hiểu tại sao *The Guardian* lại chọn Quỹ Gates và chính bản thân tôi. Tôi cũng ngưỡng mộ nhiệt huyết của các nhà hoạt động; tôi đã thấy các sinh viên phản đối chiến tranh Việt Nam, sau đó là chế độ phân biệt chủng tộc apartheid ở Nam Phi, và tôi biết họ đã tạo ra sự khác biệt thực sự. Thật tốt khi thấy lòng nhiệt huyết này hướng đến việc thay đổi khí hậu.

Mặt khác, tôi tiếp tục nghĩ về những gì mình đã chứng kiến trong các chuyến đi. Ví dụ, Ấn Độ có dân số 1,4 tỉ người, nhiều người trong số họ thuộc nhóm nghèo nhất thế giới. Tôi không nghĩ sẽ là công bằng khi bất cứ ai nói với người Ấn Độ rằng con cái của họ không được học dưới ánh đèn, hoặc hàng nghìn người Ấn Độ phải chết trong những đợt nắng nóng, vì sản xuất điện để thắp sáng đèn hay sử dụng máy điều hòa không khí là có hại cho môi trường. Giải pháp duy nhất mà tôi có thể nghĩ đến là khiến năng lượng sạch có giá thấp đến mức mọi quốc gia sẽ chọn nó thay vì nhiên liệu hóa thạch.

Tôi đánh giá cao lòng nhiệt huyết của những con người đang biểu tình kia, nhưng tôi không cho rằng chỉ thoái vốn là đủ để ngăn chặn biến đổi khí hậu hoặc giúp đỡ người dân ở các nước nghèo. Sẽ là một chuyện nếu tôi thoái vốn khỏi các công ty để chống lại chế độ phân biệt chủng tộc apartheid – một thể chế chính trị sẽ (và đã) chịu ảnh hưởng từ áp lực kinh tế. Và sẽ là một chuyện

hoàn toàn khác nếu muốn thay đổi hệ thống năng lượng của thế giới – một ngành công nghiệp trị giá khoảng năm ngàn tỉ đô-la mỗi năm và là nền tảng của nền kinh tế hiện đại – chỉ bằng cách bán cổ phiếu của các công ty nhiên liệu hóa thạch.

Đến giờ tôi vẫn giữ nguyên quan điểm. Nhưng tôi nhận ra mình có nhiều lý do khác để không sở hữu cổ phiếu của các công ty nhiên liệu hóa thạch – cụ thể là, tôi không muốn thu lợi nếu giá cổ phiếu của họ tăng lên, nguyên nhân là vì chúng tôi không phát triển các giải pháp thay thế không phát thải carbon. Tôi sẽ cảm thấy tồi tệ nếu bản thân được hưởng lợi từ sự chậm trễ trong việc đạt được con số 0. Vì vậy, vào năm 2019, tôi đã rút toàn bộ số vốn mình nắm giữ trực tiếp tại các công ty dầu khí; các tổ chức tín thác quản lý Quỹ Gates cũng đã làm điều tương tự. (Trong những năm qua, tôi không đầu tư vào các công ty than.)

Đây là lựa chọn cá nhân, một lựa chọn mà tôi may mắn có thể thực hiện. Nhưng tôi hiểu rõ rằng nó sẽ không có tác động thực sự đến việc giảm lượng phát thải. Việc hướng tới con số 0 đòi hỏi một cách tiếp cận rộng hơn nhiều: Chúng ta cần thúc đẩy thay đổi trên quy mô lớn bằng cách sử dụng tất cả các công cụ trong tầm tay, bao gồm các chính sách của chính phủ, công nghệ hiện tại, phát minh mới và khả năng của thị trường tư nhân để tăng khả năng tiếp cận đến một số lượng lớn người.

Cuối năm 2015, một cơ hội cho sự tiến bộ và những khoản đầu tư mới đã xuất hiện: COP 21 – một hội nghị lớn về biến đổi khí hậu do Liên Hợp Quốc tổ chức tại Paris vào tháng 11 và tháng 12. Vài tháng trước hội nghị, tôi đã gặp François Hollande, Tổng thống Pháp vào thời điểm đó. Hollande quan tâm đến việc thu hút các nhà đầu tư tư nhân tham gia hội nghị, còn tôi quan tâm đến việc đạt được sự đổi mới trong chương trình hành động. Cả hai chúng tôi đều nhìn thấy cơ hội. Ông ấy nghĩ tôi có thể giúp đưa các nhà đầu tư đến hội nghị; tôi nói điều đó có lý, mặc dù công cuộc sẽ dễ dàng hơn nếu các chính phủ cũng cam kết chi nhiều hơn cho nghiên cứu về năng lượng.

Cuộc thương thảo đó không hẳn dễ dàng. Ngay cả những khoản đầu tư của nước Mỹ vào nghiên cứu năng lượng cũng thấp hơn nhiều so với các lĩnh vực thiết yếu khác, chẳng hạn như y tế và quốc phòng. Mặc dù một số quốc gia đã chậm rãi mở rộng nỗ lực nghiên cứu, nhưng mức độ vẫn còn rất thấp. Và họ vẫn do dự chưa muốn tiến xa hơn, trừ phi biết rằng khu vực tư nhân sẽ đầu tư đủ để đưa những ý tưởng ra khỏi phòng thí nghiệm và biến chúng thành những sản phẩm thực sự giúp ích cho người dân.

Nhưng đến năm 2015, nguồn vốn tư nhân đã cạn kiệt. Nhiều công ty đầu tư mạo hiểm trong lĩnh vực công nghệ xanh đã rút lui vì lợi nhuận đạt được là quá thấp. Họ đã quen với việc đầu tư vào công nghệ sinh học và công nghệ thông tin, nơi mà thành công thường đến nhanh chóng và quy định của chính phủ cũng ít hơn. Năng lượng sạch lại là một vấn đề hoàn toàn khác, và họ đang dần bỏ cuộc.

Rõ ràng, chúng tôi cần tìm ra những nguồn đầu tư mới và một cách tiếp cận khác biệt được dành riêng cho năng lượng sạch. Vào tháng 9, hai tháng trước khi hội nghị Paris bắt đầu, tôi đã gửi email cho hơn 20 người thân quen có khả năng đầu tư, với hi vọng thuyết phục họ cam kết tài trợ mạo hiểm để bổ sung vào khoản chi phí dành cho nghiên cứu của chính phủ. Họ cần đầu tư dài hạn – những bước phát triển đột phá về năng lượng có thể mất nhiều thập niên để phát triển – và họ sẽ phải chấp nhận rất nhiều rủi ro. Để tránh những rủi ro mà các nhà đầu tư mạo hiểm đã gặp phải, tôi cam kết sẽ giúp xây dựng một đội ngũ chuyên gia trọng điểm, những người sẽ kiểm tra các công ty và giúp họ xử lý các vấn đề phức tạp trong ngành năng lượng.

Tôi rất vui vì nhận được sự phản hồi. Nhà đầu tư đầu tiên đã nói có trong vòng chưa đầy bốn giờ. Vào thời điểm hội nghị Paris bắt đầu vào hai tháng sau đó, 26 người khác đã tham gia và chúng tôi đặt tên tổ chức là Liên minh Năng lượng Đột phá. Giờ đây tổ chức ấy được gọi là Năng lượng Đột phá; và qua các chương trình từ thiện, nỗ lực vận động chính sách và quỹ tư nhân, tổ chức này đã đầu tư vào hơn 40 công ty với những ý tưởng đầy hứa hẹn.

Lễ khởi động Sứ mệnh Đổi mới với sự tham gia của các nhà lãnh đạo thế giới tại hội nghị khí hậu của Liên Hợp Quốc vào năm 2015 tại

Paris. (Hãy xem Chú thích để biết tên của những người trong ảnh.)[3]

Các chính phủ cũng đã tham gia. Hai mươi nguyên thủ quốc gia đã cùng họp mặt tại Paris và cam kết tăng gấp đôi kinh phí nghiên cứu. Tổng thống Pháp Hollande, Tổng thống Mỹ Barack Obama và Thủ tướng Ấn Độ Narendra Modi là những người đã đưa các quốc gia lại gần nhau; trên thực tế, Thủ tướng Modi là người đặt tên cho nỗ lực: Sứ mệnh Đổi mới. Ngày nay 24 quốc gia và Ủy ban Châu Âu đã tham gia vào Sứ mệnh Đổi mới và đem lại 4,6 tỉ đô-la mỗi năm cho nghiên cứu năng lượng sạch, một mức gia tăng hơn 50% chỉ trong một vài năm.

Bước ngoặt tiếp theo của câu chuyện này sẽ rất quen thuộc với bất cứ ai đang đọc cuốn sách này.

Năm 2020, thảm họa xảy ra khi một loại virus corona lan truyền khắp thế giới. Bất kỳ ai từng biết đến những đại dịch trong lịch sử hẳn không cảm thấy bất ngờ trước sự tàn phá do COVID-19. Với mối quan tâm dành cho vấn đề sức khỏe toàn cầu, tôi đã nghiên cứu các đợt bùng phát dịch bệnh trong nhiều năm, và tôi lo ngại sâu sắc rằng thế giới chưa sẵn sàng đối phó với một sự kiện tương tự đại dịch cúm Tây Ban Nha từng cướp đi sinh mạng của hàng chục triệu người vào năm 1918. Vào năm 2015, trong một buổi thuyết trình TED và một số cuộc phỏng vấn, tôi đã đưa ra quan điểm rằng chúng ta cần tạo ra một hệ thống để phát hiện và ứng phó với các đợt bùng phát dịch lớn. Những người khác, bao gồm cả cựu Tổng thống Mỹ George W. Bush, cũng đưa ra lập luận tương tự.

Thật không may, thế giới đã chuẩn bị rất ít, và khi chủng mới của virus corona xuất hiện, nó gây ra thiệt hại về người và kinh tế lớn chưa từng thấy kể từ sau cuộc Đại Suy thoái. Mặc dù vẫn tiếp tục thực hiện nhiều công việc liên quan đến biến đổi khí hậu, Melinda và tôi đã coi COVID-19 là ưu tiên hàng đầu của Quỹ Gates và là trọng tâm chính trong hoạt động của chúng tôi. Hằng ngày, tôi trao đổi với các nhà khoa học làm việc tại các trường đại học và các công ty nhỏ, CEO của các công ty dược phẩm hoặc người đứng đầu chính phủ để xem xét bằng cách nào Quỹ Gates có thể giúp thúc đẩy những công việc liên quan đến xét nghiệm, điều trị và vắc-xin. Đến tháng 11 năm 2020, chúng tôi đã cam kết tài trợ hơn 445 triệu đô-la để chống lại căn bệnh này và hàng trăm triệu đô-la khác thông qua các khoản đầu tư tài chính khác nhau để đưa vắc-xin, xét nghiệm và các sản phẩm quan trọng khác nhanh hơn đến các quốc gia có thu nhập thấp.

Do hoạt động kinh tế đã chậm lại rất nhiều, nên thế giới sẽ phát thải ít khí nhà kính hơn trong năm 2021 so với năm trước. Như tôi đã đề cập trước đó, mức giảm có thể sẽ vào khoảng 5%. Trên thực tế, điều đó có nghĩa là chúng ta sẽ xả ra một lượng khí thải tương đương với 48 hoặc 49 tỉ tấn carbon, thay vì 51 tỉ.

Đó là một mức hạn chế có ý nghĩa, và tình hình sẽ rất ổn nếu tốc độ giảm đó được giữ nguyên qua các năm. Điều không may là chúng ta không thể.

Hãy xem xét những gì chúng ta cần làm để đạt được mức giảm 5% này. Một triệu người chết và hàng chục triệu người mất việc làm. Nói một cách nhẹ nhàng, đây không phải là hoàn cảnh mà bất kỳ ai cũng muốn tiếp tục hoặc lặp lại. Tuy nhiên, lượng phát thải khí nhà kính của thế giới chỉ giảm 5% và có thể còn ít hơn thế. Với tôi, điều đáng nói không phải là lượng khí thải giảm đi bao nhiêu do đại dịch, mà là lượng khí thải giảm xuống ít như thế nào.

Sự sụt giảm nhỏ về lượng khí thải này là bằng chứng cho thấy rằng chúng ta không thể đạt được con số 0 chỉ đơn giản, hay thậm chí là chủ yếu, bằng cách lái xe và bay ít hơn. Cũng giống như khi chúng ta cần các xét nghiệm, phương pháp điều trị và vắc-xin mới cho loại virus corona mới, chúng ta cần các công cụ mới để chống lại biến đổi khí hậu: những phương thức không phát thải carbon để sinh điện, sản xuất vật dụng, nuôi trồng thực phẩm, điều hòa nhiệt độ trong nhà, vận chuyển con người và hàng hóa đi khắp thế giới. Chúng ta cần các loại cây trồng mới và các cải tiến khác để làm tăng khả năng thích nghi với biến đổi khí hậu của những người nghèo nhất thế giới – nhiều người trong số họ là những nông dân sản xuất trên quy mô nhỏ lẻ.

Tất nhiên, chúng ta cũng gặp phải những rào cản khác nữa, và chúng không liên quan gì đến khoa học hay kinh phí. Đặc biệt là ở nước Mỹ, việc trao đổi về biến đổi khí hậu đã bị chính trị khóa lấp. Có những lúc, dường như chúng ta có rất ít hi vọng về việc sẽ hoàn thành được bất cứ điều gì.

Tôi tư duy giống như một kỹ sư hơn là một nhà khoa học chính trị, và tôi không có giải pháp cho vấn đề chính trị về biến đổi khí hậu. Thay vào đó, tôi hi vọng vào việc tập trung trao đổi về những điều cần thiết để đạt đến con số 0: Chúng ta cần hướng nhiệt huyết và trí tuệ khoa học của thế giới vào việc triển khai các giải pháp năng lượng sạch chúng ta đang có, cũng như tìm ra các giải pháp mới, để từ đó ngừng phát thải khí nhà kính vào bầu khí quyển.

—

Tôi thừa nhận rằng mình không phải là một sứ giả hoàn hảo về chủ đề biến đổi khí hậu. Thế giới không thiếu những người giàu có với ý tưởng lớn về những gì người khác nên làm, hoặc những người nghĩ rằng công nghệ có thể khắc phục mọi vấn đề. Thêm vào đó, tôi sở hữu những ngôi nhà lớn và bay bằng máy bay cá nhân – thực tế là tôi tới Paris dự hội nghị khí hậu bằng phương tiện này – vậy sao tôi còn dám lên lớp người khác về môi trường?

Tôi xin nhận cả ba tội danh trên.

Tôi không thể phủ nhận mình là một người giàu có với quan điểm riêng. Tuy nhiên, tôi tin rằng đó là một quan điểm sáng suốt và tôi luôn cố gắng học hỏi thêm.

Tôi cũng là một người thích công nghệ. Hãy chỉ ra một vấn đề và tôi sẽ tìm ra cách khắc phục bằng công nghệ. Khi nói đến biến đổi khí hậu, tôi biết đổi mới không phải là điều duy nhất chúng ta cần. Nhưng chúng ta không thể cứu Trái Đất nếu không có sự đổi mới. Công nghệ là chưa đủ, nhưng chúng rất cần thiết.

Cuối cùng, đúng là dấu vết carbon (lượng phát thải carbon) của tôi cao một cách phi lý. Trong một thời gian dài, tôi đã cảm thấy tội lỗi về điều này. Tôi đã nhận thức được mức độ phát thải của mình cao như thế nào, nhưng quá trình viết cuốn sách này đã khiến tôi ý thức hơn nữa về trách nhiệm của mình trong việc giảm thiểu chúng. Chí ít thì việc giảm lượng phát thải carbon của bản thân cũng là điều đáng mong đợi đối với một người ở vị trí của tôi – một người đang lo lắng về biến đổi khí hậu và công khai kêu gọi hành động.

Từ năm 2020, tôi bắt đầu sử dụng nhiên liệu bền vững cho những chiếc máy bay của mình và sẽ hoàn toàn bù đắp lượng khí thải hàng không của gia đình mình vào năm 2021. Đối với lượng khí thải phi hàng không của mình, tôi đang chi trả phần bù đắp thông qua một công ty đang điều hành một cơ sở loại bỏ carbon dioxit khỏi không khí (để biết thêm về công nghệ lọc không khí trực tiếp này, hãy xem Chương 4). Tôi cũng đang hỗ trợ một tổ chức phi lợi nhuận lắp đặt các công trình năng lượng sạch trong các đơn vị nhà ở giá cả phải chăng tại Chicago. Và tôi sẽ tiếp tục tìm những cách khác để giảm dấu vết carbon của cá nhân mình.

Tôi cũng đang đầu tư vào các công nghệ không carbon. Tôi coi những thứ này như một sự bù đắp khác cho lượng khí thải của

mình. Tôi đã đầu tư hơn một tỉ đô-la vào các phương pháp tiếp cận mà tôi hi vọng sẽ giúp thế giới đạt được con số 0, bao gồm năng lượng sạch ổn định, cũng như sản xuất xi măng, thép, thực phẩm… phải thải ít carbon. Hiện tôi không biết có ai đang đầu tư nhiều hơn thế vào những công nghệ giảm phát thải trực tiếp.

Tất nhiên, những khoản đầu tư này không khiến lượng phát thải carbon của tôi thấp xuống. Nhưng với bất kỳ người giàu có nào, trách nhiệm loại bỏ carbon của họ cũng sẽ cao hơn tôi hoặc gia đình tôi. Ngoài ra, mục tiêu không chỉ đơn thuần là bù đắp lượng khí thải của bản thân, mà là tránh thảm họa khí hậu. Vì vậy, tôi đang hỗ trợ những nghiên cứu ban đầu về năng lượng sạch, đầu tư vào các công ty năng lượng sạch có triển vọng, ủng hộ các chính sách sẽ tạo ra những bước đột phá trên toàn thế giới và khuyến khích những người có đủ nguồn lực làm điều tương tự.

Điểm mấu chốt ở đây là: Mặc dù những người có lượng phát thải carbon nhiều như tôi nên sử dụng ít năng lượng hơn, nhưng nhìn chung thế giới nên *tăng cường* sử dụng những hàng hóa và dịch vụ vốn đang tiêu thụ năng lượng. Không có gì sai khi sử dụng nhiều năng lượng hơn, miễn là nó không làm phát sinh carbon. Điểm mấu chốt để giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu là tạo ra năng lượng sạch với mức độ ổn định và giá rẻ tương tự nhiên liệu hóa thạch. Tôi đang rất nỗ lực để đem đến điều ấy và tạo ra sự khác biệt có ý nghĩa nhằm biến lượng phát thải 51 tỉ tấn thành con số 0.

—

Cuốn sách này gợi ý về một con đường tiến về phía trước, đó là một loạt các bước mà chúng ta có thể thực hiện để tạo ra cơ hội tốt nhất nhằm tránh thảm họa khí hậu. Nó được chia thành năm phần:

Tại sao lại là 0? Trong Chương 1, tôi sẽ giải thích thêm về lý do tại sao chúng ta cần đạt được con số 0, bao gồm cả những gì chúng ta biết (và những gì chúng ta không biết) về việc gia tăng nhiệt độ sẽ ảnh hưởng như thế nào đến mọi người trên thế giới.

Tin xấu: Đây sẽ là một hành trình khó khăn. Bởi vì mọi kế hoạch để hướng đến bất kỳ mục tiêu nào đều bắt đầu bằng việc đánh giá rào cản, nên trong Chương 2, chúng ta sẽ dành một chút thời gian để xem xét những thách thức mà chúng ta phải đối mặt.

Làm thế nào để có một cuộc trò chuyện hiểu biết về biến đổi khí

hậu. Trong Chương 3, tôi sẽ làm rõ một vài con số thống kê khó hiểu mà bạn có thể đã nghe đến, đồng thời chia sẻ một số câu hỏi mà tôi luôn ghi nhớ trong mỗi cuộc trò chuyện của mình về biến đổi khí hậu. Chúng đã rất nhiều lần giúp tôi tránh khỏi sai lầm, và tôi hi vọng chúng sẽ có tác dụng tương tự với bạn.

Tin tốt: Chúng ta có thể làm được. Từ Chương 4 đến Chương 9, tôi sẽ phân tích những lĩnh vực mà công nghệ hiện đại có thể giúp ích và những lĩnh vực cần đột phá. Đây sẽ là phần dài nhất của cuốn sách vì có quá nhiều thứ để cập. Chúng ta hiện đang có một số giải pháp cần triển khai trên quy mô lớn, đồng thời, chúng ta cũng có *rất nhiều* sự đổi mới cần được phát triển và phổ biến trên toàn thế giới trong vài thập niên tới.

Mặc dù tôi sẽ giới thiệu cho bạn một số công nghệ mà tôi đặc biệt quan tâm, nhưng tôi sẽ không nêu tên nhiều công ty. Một phần vì tôi đang đầu tư vào một số công ty và tôi không muốn sự việc trông như thể tôi đang ủng hộ các công ty mà mình có lợi ích tài chính. Nhưng quan trọng hơn, tôi muốn tập trung vào các ý tưởng và sự đổi mới, thay vì các doanh nghiệp cụ thể. Một số công ty có thể sẽ thua lỗ trong những năm tới; đây là điều có thể được dự đoán khi bạn dấn bước tiên phong, nhưng đó không hẳn là dấu hiệu của sự thất bại. Điều mấu chốt là học hỏi từ thất bại và sử dụng những điều học được vào lần mạo hiểm tiếp theo, giống như cách chúng tôi đã làm ở Microsoft và giống như mọi nhà đổi mới khác mà tôi biết.

Những bước chúng ta có thể tiến hành ngay bây giờ. Tôi viết cuốn sách này không chỉ vì tôi nhận ra vấn đề biến đổi khí hậu; tôi còn nhìn thấy cơ hội để giải quyết nó. Tôi không lạc quan quá mức. Chúng ta đã có hai trong ba điều cần thiết để hoàn thành bất kỳ nhiệm vụ lớn lao nào. Đầu tiên, chúng ta có tham vọng, nhờ vào cảm hứng từ một phong trào toàn cầu đang được dẫn dắt bởi những người trẻ tuổi và quan tâm sâu sắc đến biến đổi khí hậu. Thứ hai, chúng ta có những mục tiêu lớn để giải quyết vấn đề, và đồng thời chúng ta cũng có lời cam kết chung sức của nhà lãnh đạo quốc gia và địa phương trên khắp thế giới.

Bây giờ chúng ta cần thành phần thứ ba: một kế hoạch cụ thể để đạt được mục tiêu.

Cũng như khi tham vọng của chúng ta được thúc đẩy nhờ việc nhận thức đúng về khoa học khí hậu, bất kỳ kế hoạch thực tiễn nào để giảm lượng khí thải đều cần được thúc đẩy nhờ các ngành khác: vật lý, hóa học, sinh học, kỹ thuật, khoa học chính trị, kinh

tế, tài chính... Vì vậy, trong những chương cuối cùng của cuốn sách, tôi sẽ đề xuất một kế hoạch dựa trên những hướng dẫn mà tôi nhận được từ các chuyên gia thuộc tất cả các lĩnh vực này. Trong Chương 10 và Chương 11, tôi sẽ tập trung vào những chính sách mà các chính phủ có thể áp dụng; trong Chương 12, tôi sẽ đề xuất các bước mà mỗi chúng ta có thể thực hiện để giúp thế giới đạt được con số 0. Cho dù bạn là một lãnh đạo chính phủ, một doanh nhân hay một một cử tri với cuộc sống bận rộn và quá ít thời gian rảnh (hoặc tất cả những trường hợp trên), bạn đều có thể góp sức vào công cuộc phòng tránh thảm họa khí hậu.

Phần Mở đầu đến đây là kết thúc. Chúng ta hãy cùng bắt đầu.

Chương 1
Tại sao lại là 0?

Lý do chúng ta cần đạt được con số 0 rất đơn giản. Các loại khí nhà kính giữ nhiệt, khiến nhiệt độ trung bình của bề mặt Trái Đất tăng lên. Càng nhiều khí, nhiệt độ càng tăng. Và một khi khí nhà kính xuất hiện trong bầu khí quyển, chúng sẽ tồn lưu tại đó trong một khoảng thời gian rất dài; khoảng một phần năm lượng carbon dioxit được phát thải ngày nay sẽ vẫn còn đó sau 10.000 năm.

Chẳng có viễn cảnh nào mà trong đó chúng ta tiếp tục thải carbon vào bầu khí quyển và Trái Đất sẽ ngừng nóng lên. Trái Đất càng nóng, con người sẽ càng gặp nhiều khó khăn để sinh tồn, chứ chưa nói đến phát triển. Dù không biết chính xác một hay hai độ C tăng thêm sẽ gây ra những thiệt hại gì, nhưng chúng ta có lý do chính đáng để lo lắng. Và bởi vì khí nhà kính lưu lại rất lâu trong bầu khí quyển, nên hành tinh này sẽ vẫn còn nóng bức trong một thời gian dài ngay cả chúng ta đã đạt được con số 0.

Phải thừa nhận rằng, con số 0 là một cách diễn đạt không hoàn toàn chính xác, và tôi cần phải thể hiện rõ ý của mình. Trong thời kỳ tiền công nghiệp – vào khoảng giữa thế kỷ XVIII đổ về trước – chu kỳ carbon của Trái Đất có lẽ gần như ở mức cân bằng; điều này có nghĩa là thực vật và những thứ khác hấp thụ gần như tất cả lượng carbon dioxit được thải ra.

Nhưng sau đó chúng ta bắt đầu đốt nhiên liệu hóa thạch. Loại nhiên liệu này được hình thành từ carbon được lưu trữ trong lòng đất; dầu, than đá và khí tự nhiên là kết quả của việc các loài thực vật cổ đại bị ép dưới áp suất trong hàng triệu năm. Khi chúng ta đào những nhiên liệu đó lên và đốt cháy chúng, chúng ta sẽ phát thải và làm tăng thêm tổng lượng carbon trong khí quyển.

Sẽ là không tưởng nếu chúng ta đạt con số 0 bằng cách từ bỏ hoàn toàn loại nhiên liệu này hay ngừng tất cả các hoạt động khác tạo ra khí nhà kính (chẳng hạn như sản xuất xi măng, sử dụng phân bón hay để khí methane rò rỉ từ các nhà máy điện sử dụng khí tự nhiên). Thay vào đó, rất có thể trong một tương lai không carbon, chúng ta vẫn sẽ tạo ra khí thải, nhưng chúng ta cũng sẽ có những phương pháp để loại bỏ lượng carbon phát sinh.

Nói theo cách khác, "đạt con số 0" không hẳn nghĩa là "0 tuyệt đối". Thay vào đó, nó có nghĩa là "gần bằng 0". Tình huống này không giống với một kỳ thi chỉ có đỗ hay trượt, khi mà mọi thứ sẽ tuyệt vời nếu chúng ta giảm được 100% lượng phát thải và sẽ thành thảm họa nếu chúng ta chỉ giảm được 99%. Nhưng càng giảm được nhiều thì lợi ích chúng ta có được càng lớn.

Chỉ giảm 50% lượng khí thải sẽ không giúp chúng ta chặn đứng sự gia tăng nhiệt độ; nó chỉ làm chậm lại quá trình, phần nào trì hoãn, nhưng không thể ngăn thảm họa khí hậu.

Và giả sử chúng ta đạt được mức giảm 99%. Những quốc gia và lĩnh vực kinh tế nào sẽ được tận dụng 1% còn lại? Chúng ta sẽ quyết định việc ấy như thế nào?

Trên thực tế, để tránh những kịch bản tồi tệ nhất về khí hậu, sẽ đến lúc chúng ta không chỉ cần ngừng phát thải thêm khí, mà phải bắt đầu loại bỏ những lượng khí mà chúng ta đã thải ra. Việc này được gọi là "phát thải âm", nghĩa là chúng ta cuối cùng cũng phải loại bỏ khỏi bầu khí quyển một lượng khí nhà kính nhiều hơn mức phát thải nhằm hạn chế sự nóng lên toàn cầu. Hãy nhớ đến phép so sánh với bồn tắm trong phần Mở đầu: Chúng ta không chỉ chặn lại dòng nước chảy vào bồn tắm. Chúng ta còn phải để nước chảy khỏi bồn.

Tôi cho rằng đây không phải là lần đầu tiên bạn được đọc về những nguy cơ của việc không đạt được con số 0. Dù sao, biến đổi khí hậu vẫn luôn xuất hiện hằng ngày trên bản tin, như sự việc vốn nên xảy ra: Đây là một vấn đề cấp bách và xứng đáng với mọi dòng tít được gán cho nó. Nhưng truyền thông có thể gây ra sự nhầm lẫn và thậm chí là mâu thuẫn.

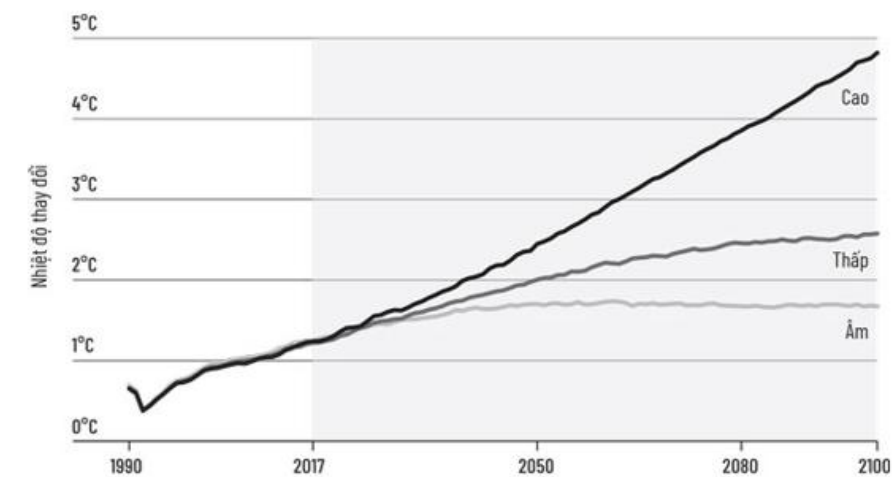
Trong cuốn sách này, tôi sẽ cố gắng khiến mọi việc trở nên rõ ràng. Trong nhiều năm, tôi đã có cơ hội học hỏi từ những những nhà khoa học hàng đầu thế giới trong lĩnh vực khí hậu và năng lượng. Đó là một cuộc trao đổi dài vô tận, vì sự hiểu biết về khí hậu của các nhà nghiên cứu luôn tiến bộ hơn khi họ nắm được

những dữ liệu mới và cải thiện các mô hình được sử dụng để dự báo các kịch bản trong tương lai. Nhưng tôi đã nhận ra lợi ích to lớn của việc phân biệt giữa những điều có thể xảy ra với những điều có khả năng nhưng khó xảy ra, và do vậy, tôi đã được thuyết phục rằng cách duy nhất để tránh khỏi thảm họa là đạt được con số 0. Và tại đây, tôi muốn chia sẻ một số điều mình đã học được.

MỘT CHÚT LÀ RẤT NHIỀU

Tôi đã rất ngạc nhiên khi biết được rằng một mức tăng dường như nhỏ bé của nhiệt độ toàn cầu – chỉ 1 hoặc 2°C – thực chất có thể gây ra rất nhiều rắc rối. Nhưng đó là sự thật: Khi nói về khí hậu, biến đổi dù chỉ là một vài độ cũng là một vấn đề lớn. Trong kỷ băng hà cuối cùng, nhiệt độ trung bình chỉ thấp hơn 6°C so với hiện nay. Trong thời đại của khủng long, khi nhiệt độ trung bình có lẽ cao hơn 4°C so với ngày nay, những con cá sấu đã từng bơi lội ở Vành đai Bắc cực.

Chúng ta cũng cần nhớ rằng những con số trung bình này có thể che giấu đi một biên độ nhiệt khá lớn. Mặc dù nhiệt độ trung bình toàn cầu chỉ tăng 1°C kể từ thời tiền công nghiệp, nhưng mức tăng nhiệt độ ở một số nơi đã là hơn 2°C. Những khu vực này là nơi sinh sống của từ 20% đến 40% dân số thế giới.



Những đường kẻ bạn nên biết. Những đường này biểu diễn nhiệt độ có thể biến đổi ra sao khi lượng phát thải tăng lên nhiều (Cao), tăng ít hơn (Thấp), hay khi chúng ta loại bỏ được nhiều carbon hơn lượng phát thải (Âm). (KNMI Climate Explorer)[1]

Tại sao một số nơi nóng lên nhiều hơn những nơi khác? Ở những nơi xa bờ biển, đất trở nên khô hơn, điều này có nghĩa là nhiệt

không thể tản đi nhiều như trước. Nói theo cách hình tượng, các lục địa về cơ bản không đổ mồ hôi nhiều như trước.

Vậy sự nóng lên toàn cầu có liên quan gì đến việc phát thải khí nhà kính? Hãy bắt đầu với những điều cơ bản. Carbon dioxit là loại khí nhà kính phổ biến nhất, nhưng bên cạnh đó còn có một số loại khí khác, chẳng hạn như nitơ oxit, và methane. Bạn có thể từng tiếp xúc với nitơ oxit, hay còn gọi là khí cười, tại phòng khám nha khoa; còn methane là thành phần chính trong khí tự nhiên được sử dụng cho bếp gas hoặc bình nóng lạnh. Xét về mặt phân tử, nhiều loại khí còn làm gia tăng nhiệt độ nhiều hơn so với carbon dioxit – đến thời điểm khí methane đi vào bầu khí quyển, nó đã trở nên nóng hơn gấp 120 lần. Tuy nhiên, khí methane không tồn tại lâu như carbon dioxit.

Nói một cách đơn giản, các loại khí nhà kính thường được đo lường bằng một đơn vị chung gọi là "carbon dioxit quy đổi". (Đơn vị này có thể được viết tắt là CO_2e.) Chúng ta sử dụng carbon dioxit quy đổi để thể hiện khía cạnh rằng một số loại khí nhà kính giữ nhiệt nhiều hơn carbon dioxit nhưng không tồn tại lâu bằng. Thật không may, carbon dioxit quy đổi không phải là một đơn vị đo lường hoàn hảo: Xét cho cùng, điều thực sự quan trọng không phải là lượng khí nhà kính được phát thải, mà là sự gia tăng nhiệt độ và tác động của nó với con người. Ở góc độ này, một loại khí như methane tồi tệ hơn rất nhiều so với khí carbon dioxit. Nó làm nhiệt độ tăng ngay lập tức, và tăng khá nhiều. Khi sử dụng đơn vị carbon dioxit quy đổi, bạn không hoàn toàn tính đến tác động ngắn hạn quan trọng này.

Dẫu vậy, đây vẫn là phương pháp tốt nhất chúng ta có để đo lường lượng khí thải, và nó thường xuất hiện trong các cuộc thảo luận về biến đổi khí hậu, vì vậy tôi cũng sẽ sử dụng nó trong cuốn sách này. Con số 51 tỉ tấn mà tôi liên tục đề cập tới chính là lượng khí thải hằng năm trên toàn cầu tính theo carbon dioxit quy đổi. Bạn có thể thấy những con số khác như 37 tỉ – chỉ tính riêng carbon dioxit và không bao gồm các khí nhà kính khác – hoặc 10 tỉ, chỉ tính carbon. Để đảm bảo tính đa dạng khi diễn đạt, và bởi vì việc đọc từ "khí nhà kính" hàng trăm lần sẽ khiến bạn mệt mỏi, nên đôi khi tôi sẽ sử dụng "carbon" để thay thế cho carbon dioxit và các loại khí khác.

Lượng phát thải khí nhà kính đã tăng mạnh kể từ những năm 1850 do hoạt động của con người, chẳng hạn như đốt nhiên liệu hóa thạch. Hãy xem các biểu đồ ở trang 37. Ở bên trái, bạn có thể thấy lượng phát thải carbon dioxit của chúng ta đã tăng lên bao

nhiêu kể từ năm 1850 và ở bên phải, bạn có thể thấy sự gia tăng của nhiệt độ trung bình toàn cầu.

Các loại khí nhà kính làm tăng nhiệt độ như thế nào? Nói ngắn gọn thì chúng hấp thụ và giữ nhiệt lại trong bầu khí quyển. Việc này cũng giống với nguyên lý hoạt động của nhà kính (giờ thì bạn biết nguồn gốc của cái tên khí nhà kính rồi đấy).

Thật ra, mỗi khi đỗ ô tô ngoài nắng, bạn sẽ được chứng kiến hiệu ứng nhà kính ở quy mô nhỏ: Kính xe cho phép ánh sáng Mặt Trời đi qua, sau đó giữ lại một phần năng lượng. Đây là lý do tại sao nhiệt độ bên trong ô tô lại cao hơn nhiều so với bên ngoài.

Nhưng lời giải thích đó lại làm nảy sinh thêm nhiều câu hỏi. Làm thế nào sức nóng của Mặt Trời có thể đi qua khí nhà kính khi chiếu xuống mặt đất, nhưng sau đó lại bị chính các loại khí này giữ lại trong bầu khí quyển? Liệu carbon dioxit có hoạt động giống như một chiếc gương một chiều khổng lồ? Và nếu carbon dioxit và methane giữ nhiệt, tại sao oxy lại không?

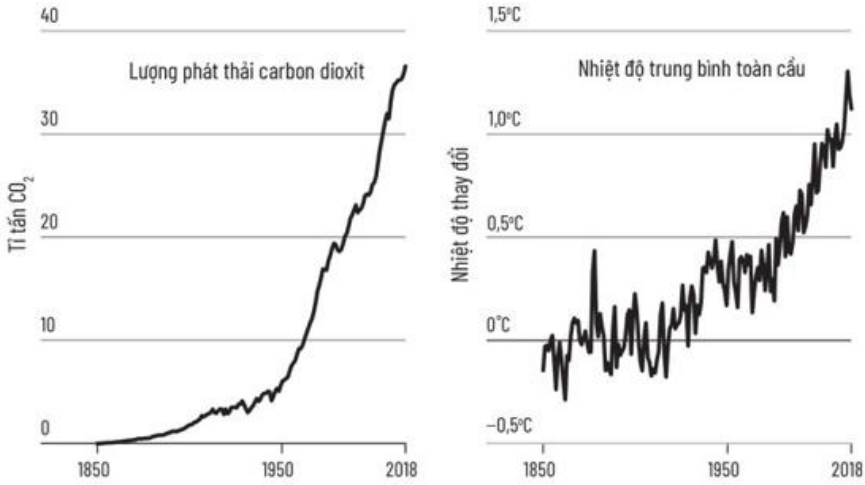
Chúng ta cần phải nhắc một chút đến hóa học và vật lý khi trả lời câu hỏi này. Đúng như những kiến thức bạn đã được học trên giảng đường, tất cả các phân tử đều dao động; dao động càng nhanh, nhiệt độ càng cao. Khi một loại phân tử nhất định bị một bức xạ ở bước sóng nhất định tác động, chúng sẽ chặn bức xạ, hấp thụ năng lượng của nó và dao động nhanh hơn.

Nhưng không phải mọi bức xạ đều có bước sóng phù hợp để gây ra hiệu ứng này. Ví dụ, ánh sáng Mặt Trời đi qua hầu hết các khí nhà kính mà không bị hấp thụ. Phần lớn trong số đó đến được mặt đất và làm ấm hành tinh, và điều này đã diễn ra trong một thời gian rất dài.

Vấn đề nằm ở chỗ Trái Đất không thể mãi mãi giữ toàn bộ phần năng lượng đó; nếu chuyện ấy xảy ra, hành tinh này sẽ nóng quá mức.

Thay vào đó, nó bức xạ một phần năng lượng trở lại không gian, và một phần năng lượng này được phát ra ở dải bước sóng phù hợp để bị khí nhà kính hấp thụ. Thay vì thoát ra ngoài vũ trụ một cách vô hại, nó va vào và khiến các phân tử của khí nhà kính dao động nhanh hơn, từ đó làm nóng bầu khí quyển. (Nhưng bên cạnh đó, chúng ta cũng nên biết ơn hiệu ứng nhà kính; nếu không có nó, hành tinh này sẽ trở nên quá lạnh đối với con người. Vấn đề ở đây là lượng khí nhà kính thừa đang khiến hiệu ứng này trở nên

quá mạnh.)



Lượng phát thải carbon dioxit đang gia tăng, nhiệt độ toàn cầu cũng trên đà tương tự. Biểu đồ bên trái cho bạn thấy lượng phát thải carbon dioxit do các hoạt động công nghiệp và đốt nhiên liệu hóa thạch đã tăng lên bao nhiêu kể từ năm 1850. Biểu đồ bên phải cho bạn thấy nhiệt độ trung bình toàn cầu đang tăng lên cùng với lượng phát thải. (Global Carbon Budget 2019; Berkeley Earth)[2]

Tại sao không phải tất cả các loại khí đều gây ra hiệu ứng này? Bởi vì các phân tử được hình thành từ hai nguyên tử cùng loại, chẳng hạn như phân tử nitro hoặc oxy, cho phép bức xạ đi xuyên qua chúng. Chỉ các phân tử được tạo thành từ các nguyên tử khác nhau, giống như carbon dioxit và methane, mới có cấu trúc phù hợp để hấp thụ bức xạ và nóng lên.

Đó là phần đầu của câu trả lời cho câu hỏi "Tại sao chúng ta phải đạt được con số 0?" – bởi vì mọi lượng carbon chúng ta đưa vào bầu khí quyển đều làm tăng hiệu ứng nhà kính. Chúng ta không thể nào chối cãi vật lý.

Phần tiếp theo của câu trả lời có liên quan đến tác động của khí nhà kính đối với khí hậu, và chúng ta.

NHỮNG GÌ CHÚNG TA BIẾT, NHỮNG GÌ CHÚNG TA KHÔNG BIẾT

Các nhà khoa học vẫn cần phải tìm hiểu rất nhiều về cơ chế và nguyên nhân khiến khí hậu đang thay đổi. Ví dụ, các báo cáo của IPCC đã thừa nhận rằng chúng ta chưa thể hoàn toàn chắc chắn về việc nhiệt độ sẽ tăng lên bao nhiêu và nhanh đến mức nào, cũng như sự gia tăng này sẽ gây ra những ảnh hưởng cụ thể gì?

Vấn đề là các mô hình dự đoán không hề hoàn hảo. Khí hậu là một thứ vô cùng phức tạp và chúng ta còn chưa hiểu rõ nhiều điều, ví dụ như cách các đám mây ảnh hưởng đến sự ấm lên hay tác động của lượng nhiệt tăng thêm lên hệ sinh thái. Các nhà nghiên cứu đang xác định những thiếu sót trong hiểu biết và cố gắng khắc phục chúng.

Tuy nhiên, vẫn có rất nhiều điều mà các nhà khoa học đã biết và có thể tự tin khẳng định về những gì sẽ xảy ra nếu chúng ta không đạt được con số 0. Sau đây là một vài điểm chính.

Trái Đất đang nóng lên do hoạt động của con người, việc này có tác động xấu và nó sẽ trở nên tồi tệ hơn rất nhiều. Chúng ta có mọi lý do để tin rằng, đến một lúc nào đó, các tác động sẽ phát triển đến mức thảm họa. Liệu thời điểm đó là 30, hay 50 năm nữa? Chúng ta không biết chính xác. Nhưng vì vấn đề này rất khó giải quyết, nên ngay cả khi trường hợp xấu nhất xảy ra sau tận 50 năm nữa, chúng ta vẫn cần hành động ngay từ bây giờ.

Chúng ta đã khiến nhiệt độ toàn cầu tăng lên ít nhất 1°C kể từ thời tiền công nghiệp; và nếu lượng phát thải không giảm xuống, nhiệt độ Trái Đất sẽ tăng lên từ 1,5 đến 3°C vào giữa thế kỷ này và từ 4 đến 8°C vào cuối thế kỷ.

Lượng nhiệt tăng thêm này sẽ khiến khí hậu thay đổi rất nhiều. Trước khi giải thích về những điều sắp xảy ra, tôi muốn báo trước một điều: Mặc dù có thể dự đoán những xu hướng khái quát, chẳng hạn như "sẽ có nhiều ngày nóng hơn" và "mực nước biển sẽ tăng lên", nhưng chúng ta không thể đổ lỗi một cách chắc chắn cho biến đổi khí hậu về bất kỳ sự kiện cụ thể nào. Chẳng hạn, chúng ta không thể khẳng định chắc chắn liệu một đợt nắng nóng có phải chỉ do biến đổi khí hậu gây ra không. Chúng ta chỉ có thể nói rằng biến đổi khí hậu đã làm tăng tỉ lệ xảy ra đợt nắng nóng lên bao nhiêu. Đối với các cơn bão, chúng ta vẫn chưa rõ liệu sự nóng lên của đại dương có làm tăng số lượng cơn bão không, nhưng ngày càng nhiều bằng chứng cho thấy biến đổi khí hậu đang khiến những cơn bão mang theo nhiều mưa hơn và làm tăng số lượng các cơn bão dữ dội. Chúng ta cũng không biết liệu những sự kiện cực đoan này có tương tác với nhau không hoặc tương tác với nhau ở mức độ nào để từ đó dẫn đến những ảnh hưởng nghiêm trọng hơn.

Chúng ta còn biết gì nữa?

Những ngày rất nóng sẽ xuất hiện nhiều hơn. Tôi có thể cung cấp

cho bạn số liệu thống kê từ các thành phố trên khắp nước Mỹ, nhưng ở đây, tôi sẽ đề cập đến Albuquerque, New Mexico, vì tôi có mối liên hệ đặc biệt với nơi này: Đó là nơi tôi và Paul Allen thành lập Microsoft vào năm 1975. (Micro-Soft mới là cách viết chính xác – nhưng chúng tôi đã khôn ngoan bỏ đi dấu gạch ngang và viết thường chữ S vào vài năm sau.) Vào giữa những năm 1970, khi chúng tôi vừa khởi sự, trung bình, nhiệt độ ở Albuquerque vượt quá 32°C khoảng 36 lần một năm. Đến giữa thế kỷ này, nhiệt độ tại đây sẽ vượt ngưỡng 32°C với tần suất hằng năm ở mức tối thiểu là gấp đôi so với quá khứ. Đến cuối thế kỷ này, Albuquerque có thể phải chứng kiến tới 114 ngày nóng như vậy. Nói cách khác, tổng số ngày nóng mỗi năm sẽ tăng từ một tháng lên thành ba tháng.

Tình trạng quá nóng hoặc quá ẩm ướt không xảy ra như nhau ở mọi nơi. Ví dụ, khu vực Seattle, nơi tôi và Paul đã chuyển Microsoft tới vào năm 1979, có thể sẽ vượt qua tương đối dễ dàng. Cho đến cuối thế kỷ này, số ngày vượt quá 32°C tại nơi đó có thể là tối đa 14 ngày một năm, so với mức trung bình chỉ là một hoặc hai lần một năm trong những năm 1970. Và một số nơi thực chất có thể được hưởng lợi khi khí hậu ấm lên. Ví dụ, những vùng lạnh giá sẽ có ít người chết vì hạ thân nhiệt và cảm cúm, cư dân tại đó sẽ đồng thời tiêu tốn ít hơn cho việc sưởi ấm nhà cửa và cơ sở kinh doanh.

Nhưng nhìn chung, khí hậu nóng lên sẽ đem lại nhiều vấn đề. Và nhiệt lượng gia tăng còn dẫn đến những tác động khác nữa; chẳng hạn, nó khiến những cơn bão trở nên tồi tệ hơn. Các nhà khoa học vẫn đang tranh luận về việc liệu các cơn bão có xảy ra thường xuyên hơn vì lượng nhiệt này hay không, nhưng nhìn chung, các cơn bão dường như đang trở nên mạnh hơn. Chúng ta biết rằng khi nhiệt độ trung bình tăng lên, nước từ bề mặt Trái Đất sẽ bốc hơi nhiều hơn. Hơi nước cũng là một loại khí nhà kính, nhưng không giống như carbon dioxit hoặc methane, nó không tồn tại lâu trong không khí – đến cuối cùng, nước quay trở lại mặt đất dưới dạng mưa hoặc tuyết. Khi hơi nước ngưng tụ thành mưa, nó sẽ giải phóng rất nhiều năng lượng, bất cứ ai đã từng trải qua một cơn bão lớn đều sẽ hiểu việc này.

Ngay cả cơn bão mạnh nhất cũng thường chỉ kéo dài vài ngày, nhưng tác động của nó có thể vẫn tồn tại đến nhiều năm sau. Mất mát về người thật sự là một bi kịch; sự việc này làm đau lòng những người còn sống và trong nhiều trường hợp, còn khiến họ túng quẫn. Bão và lũ lụt cũng phá hủy nhà cửa, đường sá và hệ thống cấp điện, đó đều là những công trình phải mất đến hàng

năm trời xây dựng. Tất cả tài sản đó rốt cục đều có thể được thay thế, nhưng việc ấy sẽ tiêu tốn thời gian và tiền bạc vốn được dành cho đầu tư phát triển kinh tế. Trong tình thế đó, bạn phải luôn cố gắng để hồi phục, thay vì phát triển. Một nghiên cứu ước tính rằng cơn bão Maria vào năm 2017 đã xóa sạch hai thập niên phát triển cơ sở hạ tầng của Puerto Rico.[3] Còn bao lâu trước khi cơn bão tiếp theo xuất hiện và lại một lần nữa cản trở sự phát triển? Chúng ta không biết.

Theo một nghiên cứu, cơn bão Maria đã khiến hệ thống lưới điện và cơ sở hạ tầng của Puerto Rico thụt lùi đến hai thập niên.[4]

Những cơn bão mạnh hơn đang tạo ra một tình thế kỳ lạ mang tên "được mùa hoặc thất bát". Mặc dù một số nơi có nhiều mưa, nhưng những nơi khác lại trải qua hạn hán thường xuyên và nghiêm trọng hơn. Không khí nóng hơn có thể giữ nhiều hơi ẩm hơn; khi nhiệt độ tăng lên, không khí sẽ "khát" hơn và lấy đi nhiều nước hơn từ đất. Vào cuối thế kỷ này, độ ẩm của các vùng đất ở Tây Nam nước Mỹ sẽ thấp hơn từ 10% đến 20%, và nguy cơ hạn hán ở đây sẽ tăng lên ít nhất 20%. Hạn hán cũng sẽ làm ảnh hưởng đến sông Colorado, nguồn cung cấp nước sinh hoạt cho gần 40 triệu người và nước tưới tiêu cho hơn một phần bảy tổng số cây trồng của nước Mỹ.

Khí hậu nóng hơn đồng nghĩa với việc những vụ cháy rừng sẽ xảy ra thường xuyên hơn và có sức tàn phá lớn hơn. Không khí nóng hút ẩm từ đất và thực vật, khiến mọi thứ dễ cháy hơn. Tình hình giữa các nơi trên khắp thế giới là không giống nhau, vì điều kiện

giữa các vùng cũng khác biệt rất nhiều. Nhưng California là một ví dụ nổi bật về những gì đang diễn ra. Ở thời điểm hiện tại, các đám cháy rừng xảy ra tại đây thường xuyên hơn gấp năm lần so với những năm 1970, phần lớn là do mùa cháy ngày càng kéo dài và lượng củi khô dễ cháy trong rừng cũng cao hơn nhiều so với quá khứ. Theo chính phủ Mỹ, một phần nguyên nhân là do biến đổi khí hậu, và đến giữa thế kỷ này, hậu quả của cháy rừng sẽ tăng lên gấp đôi so với hiện nay.[5] Điều này chắc chắn sẽ gây lo sợ cho những người còn nhớ mùa cháy rừng tàn khốc tại nước Mỹ vào năm 2020.

Một tác động khác của sự gia tăng nhiệt độ là mực nước biển dâng cao. Một phần nguyên nhân là do hiện tượng tan băng ở hai cực, và phần khác là do nước biển nở ra khi nó nóng lên. (Kim loại cũng có tính chất tương tự, đó là lý do tại sao bạn có thể nới lỏng một chiếc nhẫn bị mắc kẹt trên ngón tay bằng cách xả nó qua nước ấm.) Mặc dù nhìn chung, rất có thể mực nước biển toàn cầu chỉ dâng lên khoảng một mét vào năm 2100 – nghe có vẻ không nhiều – song thủy triều dâng sẽ gây ảnh hưởng đến một số nơi nhiều hơn những nơi khác. Không ngạc nhiên khi các khu vực ven biển gặp khó khăn, nhưng các thành phố nằm trên vùng đất đặc biệt xốp cũng vậy. Miami đã được chứng kiến hiện tượng nước biển xuất hiện trong các cống thoát nước mưa ngay cả khi trời tạnh ráo – còn được gọi là lũ lụt trong thời tiết khô ráo – và tình hình sẽ không trở nên khá hơn. Trong kịch bản ở mức trung bình của IPCC, vào năm 2100, mực nước biển xung quanh Miami sẽ tăng khoảng nửa mét. Và một số khu vực trong thành phố đang lún xuống, hay về cơ bản có thể được gọi là chìm xuống; như vậy, chúng ta có thể cộng thêm khoảng nửa mét nữa vào con số trên.

Hiện tượng nước biển dâng thậm chí còn gây tác động tồi tệ hơn tới những người nghèo nhất trên thế giới. Bangladesh, một quốc gia đang tiến triển tốt trên con đường thoát nghèo, là ví dụ điển hình. Quốc gia này luôn bị ảnh hưởng bởi thời tiết khắc nghiệt, có lượng mưa lớn hằng năm, với đường bờ biển trên Vịnh Bengal dài hàng trăm ngàn mét và phần lớn diện tích nằm ở vùng đồng bằng trũng thấp. Nhưng biến đổi khí hậu đang khiến cuộc sống tại đây trở nên khó khăn hơn nữa. Lốc xoáy, nước biển dâng do bão và nước sông tràn bờ đã khiến từ 20 đến 30% diện tích Bangladesh hiện nay nằm dưới mặt nước, xóa sổ mùa màng, quét sạch nhà cửa và cướp đi nhiều sinh mạng trên khắp đất nước.

Cuối cùng, với sự gia tăng nhiệt độ và lượng khí carbon dioxit vốn là nguyên nhân gây ra tình trạng này, thực vật và động vật cũng bị ảnh hưởng. Theo nghiên cứu được IPCC trích dẫn, 2°C tăng thêm

sẽ làm giảm 8% phạm vi địa lý của động vật có xương sống, 16% của thực vật và 18% của côn trùng.[6]

Về thực phẩm của chúng ta, tình hình đang tranh tối tranh sáng, mặc dù sự u ám chiếm phần nhiều. Một mặt, lúa mì và nhiều loại cây khác phát triển nhanh hơn và cần ít nước hơn khi carbon xuất hiện nhiều trong không khí. Mặt khác, ngô đặc biệt nhạy cảm với nhiệt độ, trong khi nó là loại cây trồng hàng đầu ở nước Mỹ, với trị giá hơn 50 tỉ đô-la một năm.[7] Chỉ riêng ở Iowa, có đến hơn 5,2 triệu hecta đất được sử dụng để trồng ngô.[8]

Xét trên toàn cầu, sản lượng cây trồng trên mỗi đơn vị diện tích đất có thể bị thay đổi theo nhiều mức độ do biến đổi khí hậu. Ở một số khu vực phía Bắc, sản lượng có thể tăng lên, nhưng hầu hết các nơi sẽ chứng kiến mức sụt giảm từ dưới 5% cho đến tối đa 50%. Đến giữa thế kỷ này, biến đổi khí hậu có thể làm giảm một nửa sản lượng lúa mì và ngô của Nam châu Âu. Ở vùng châu Phi hạ Sahara, nông dân có thể chứng kiến mùa trồng trọt ngắn lại 20% và hàng trăm ngàn hecta đất trở nên khô hơn đáng kể. Ở những cộng đồng nghèo, nơi nhiều người phải dành hơn một nửa thu nhập cho thực phẩm, giá thực phẩm có thể tăng 20% hoặc hơn. Hạn hán cực đoan tại Trung Quốc – nơi cung cấp lúa mì, gạo và ngô cho một phần năm dân số thế giới – có thể gây ra khủng hoảng lương thực trong khu vực hoặc thậm chí là trên toàn cầu.

Tăng nhiệt cũng có tác động xấu đến những loài động vật được chăn nuôi để lấy thịt và sữa; chúng sẽ cho năng suất kém hơn và dễ chết non, khiến thịt, trứng và sữa đắt hơn. Những cộng đồng với sinh kế dựa vào hải sản cũng sẽ gặp khó khăn, vì nước biển không chỉ trở nên ấm hơn, nó còn phân tách thành những vùng có nhiều oxy hoặc ít oxy. Kết quả là cá và các sinh vật biển di chuyển đến những vùng nước khác, hoặc đơn giản hơn, chúng chết đi. Nếu nhiệt độ tăng thêm 2°C, các rạn san hô có thể biến mất hoàn toàn, làm mất đi nguồn hải sản chính của hơn một tỉ người.

KHI KHÔNG MƯA, TRỜI MƯA NẶNG HẠT

Bạn có thể nghĩ rằng sự chênh lệch giữa 1,5 và 2°C là không quá lớn, nhưng các nhà khoa học khí hậu đã chạy thuật toán mô phỏng cho cả hai kịch bản này, và họ chẳng thấy tin tốt. Trên nhiều phương diện, tăng 2°C sẽ không chỉ đơn giản là tồi tệ hơn 33% so với 1,5°C; tình hình có thể tồi tệ hơn 100%. Số người gặp khó khăn trong việc tiếp cận nước sạch sẽ tăng gấp đôi, sản lượng ngô ở vùng nhiệt đới sẽ giảm một nửa.

Chỉ riêng một tác động của biến đổi khí hậu cũng đã đủ tồi tệ. Nhưng sẽ chẳng có ai chỉ phải chịu đựng riêng những ngày nắng nóng hoặc những trận lũ lụt mà không kèm theo các hiện tượng khác. Khí hậu không hoạt động như vậy. Các tác động của biến đổi khí hậu đều mang tính cộng dồn và chồng chéo.

Ví dụ, khi thời tiết nóng hơn, muỗi sẽ bắt đầu sinh sống ở những địa điểm mới (chúng thích những nơi ẩm ướt và sẽ di chuyển từ khu vực khô ráo sang nơi ẩm ướt hơn). Kết quả là chúng ta sẽ được chứng kiến những ca bệnh sốt rét, cũng như các loại bệnh lây lan nhờ côn trùng khác tại những nơi chúng chưa từng xuất hiện trước đây.

Sốc nhiệt sẽ trở thành là một vấn đề lớn khác và nó có liên quan đến độ ẩm. Không khí chỉ có thể chứa một lượng hơi nước nhất định, và sẽ có lúc nó trở nên bão hòa đến mức không thể hấp thụ thêm hơi ẩm nữa. Tại sao việc này lại là một vấn đề? Bởi vì khả năng giải nhiệt của cơ thể người phụ thuộc vào việc hấp thụ mồ hôi bay hơi của không khí. Nếu không khí không thể hấp thụ mồ hôi, nó sẽ không thể giúp bạn giải nhiệt, bất kể bạn có đổ bao nhiêu mồ hôi đi chăng nữa. Đơn giản là chẳng có nơi nào để mồ hôi bay hơi đi. Nhiệt độ cơ thể của bạn vẫn cao, và nếu sự việc tiếp diễn, bạn sẽ chết vì say nắng trong vòng vài giờ.

Tất nhiên, sốc nhiệt chẳng có gì mới. Nhưng khi không khí nóng và ẩm hơn, nó sẽ trở thành một vấn đề lớn hơn nhiều. Tại những khu vực đang bị đe dọa nhiều nhất – Vịnh Ba Tư, Nam Á và một phần của Trung Quốc – sẽ có những thời điểm trong năm khi hàng trăm triệu người đứng trước nguy cơ tử vong.

Để có thể thấy được điều gì sẽ xảy ra khi những tác động này bắt đầu chồng chất, hãy xem xét tác động của chúng ở mức độ cá nhân. Hãy tưởng tượng bạn là một người nông dân trẻ tuổi khá giả đang trồng ngô, đậu nành và nuôi gia súc tại Nebraska vào năm 2050. Biến đổi khí hậu có thể ảnh hưởng đến bạn và gia đình như thế nào?

Bạn đang ở khu vực trung tâm nước Mỹ, cách xa bờ biển, vì vậy nước biển dâng không trực tiếp tác động đến bạn. Nhưng mức nhiệt thì có. Vào những năm 2010, khi còn là một đứa trẻ, có thể bạn đã chứng kiến một năm có 33 ngày nhiệt độ chạm ngưỡng 32°C; còn bây giờ tần suất đã tăng lên đến 65 hoặc 70 lần một năm. Mưa cũng trở nên khó dự báo hơn rất nhiều: Khi bạn còn nhỏ, lượng mưa có thể đạt khoảng 630 mm một năm; giờ đây con

số này tối thiểu là 560 mm và tối đa là 730 mm.

Có thể bạn đã điều chỉnh hoạt động kinh doanh của mình để thích ứng với nhiệt độ cao hơn và những cơn mưa khó đoán định. Nhiều năm trước, bạn đã đầu tư vào các giống cây trồng mới có thể chịu được thời tiết nắng nóng, bạn cũng đã tìm thấy những giải pháp cho phép bản thân tránh nắng vào những khoảng thời gian tồi tệ nhất trong ngày. Bạn không muốn chi tiền cho những việc này, nhưng chúng là những điều tốt nhất bạn có thể làm.

Vào ngày nọ, một cơn bão mạnh ập đến mà không hề báo trước. Khi nước sông tràn qua những con đê vốn ngăn nó lại trong hàng thập niên, trang trại của bạn sẽ ngập trong nước. Trận lụt này lớn đến mức cha mẹ bạn sẽ gọi nó là hiện tượng trăm năm có một, nhưng với bạn, việc nó chỉ xảy ra một lần trong một thập niên có thể được coi là điều may mắn. Nước cuốn trôi một phần lớn cây trồng; các loại hạt dự trữ thì ngập nước, hư thối và bạn phải đành lòng bỏ chúng. Bạn tính toán rằng mình có thể bán gia súc để bù lỗ, nhưng thức ăn cho chúng cũng đã bị cuốn trôi, vì vậy bạn sẽ chẳng thể nuôi sống chúng thêm bao lâu nữa.

Cuối cùng, nước cũng rút đi và bạn nhận thấy rằng những con đường, cây cầu và tuyến đường sắt gần đó không còn sử dụng được nữa. Điều đó không chỉ ngăn bạn vận chuyển bất kỳ số ngô và đậu nành nào bạn còn giữ được, nó cũng khiến xe tải gặp khó khăn khi mang đến số hạt giống bạn cần cho vụ mùa tiếp theo, đó là nếu đất đai của bạn vẫn có thể canh tác được. Tất cả tạo thành một thảm họa khiến bạn không thể tiếp tục chăn nuôi và buộc phải bán đi mảnh đất đã gắn bó với gia đình từ bao đời nay.

Nghe có vẻ như tôi đang đưa ra ví dụ cực đoan nhất, nhưng những sự việc tương tự đã và đang xảy ra, đặc biệt là với những người nông dân nghèo; và trong một vài thập niên tới, nó có thể xảy ra với nhiều người hơn nữa. Dù điều này có vẻ tồi tệ, nhưng nếu bạn nhìn nhận trên quy mô toàn cầu, bạn sẽ thấy những sự việc kinh khủng hơn xảy ra với một tỉ người thuộc diện nghèo nhất trên thế giới – những người đã và đang phải chật vật để sinh tồn, và họ sẽ còn gặp nhiều khó khăn hơn nữa khi khí hậu biến đổi theo chiều hướng xấu đi.

Bây giờ, hãy tưởng tượng về việc sống ở vùng nông thôn Ấn Độ, nơi bạn và chồng mình là những người nông dân canh tác theo kiểu tự cung tự cấp, nghĩa là gia đình bạn tiêu thụ gần như toàn bộ số thực phẩm trồng được. Khi mùa màng đặc biệt tốt, đôi khi bạn còn có dư thực phẩm để bán lấy tiền mua thuốc hoặc cho con

đi học. Thật không may, những đợt nắng nóng đã trở nên thường xuyên đến mức ngôi làng của bạn trở nên không thể sống nổi – việc những ngày nắng nóng gần 50°C xuất hiện liên tiếp đã không còn là chuyện hiếm gặp. Cùng với cái nóng, những loài côn trùng gây hại bắt đầu xâm chiếm cánh đồng của bạn, khiến cho việc trồng trọt gần như bất khả thi. Mặc dù gió mùa đã làm nhiều vùng khác ngập trong nước, nhưng lượng mưa nơi bạn ở lại ít hơn nhiều so với bình thường. Việc tìm kiếm nguồn nước giờ đây khó khăn đến mức bạn chỉ có thể sống nhờ một đường ống dẫn nước chảy nhỏ giọt vài lần mỗi tuần. Chỉ riêng việc giữ cho gia đình đủ ăn thôi cũng đã là một công cuộc khó khăn.

Bạn đã để đứa con trai lớn đi làm tại một thành phố cách xa nhà hàng trăm kilômét vì bạn không thể tiếp tục chu cấp cho nó. Một người hàng xóm của bạn đã tự tử bởi anh ta không thể lo cho gia đình mình nữa. Liệu bạn và chồng có nên trụ lại và cố gắng tồn tại với cánh đồng quen thuộc, hay từ bỏ mảnh đất ấy và chuyển đến khu vực đô thị, nơi bạn có thể kiếm sống?

Đó là một quyết định khó khăn, nhưng đó là sự lựa chọn mà nhiều người trên khắp thế giới đang phải đối mặt, và không chỉ vậy, họ còn phải đối mặt với những kết cục đau lòng. Trong đợt hạn hán tồi tệ nhất từng được ghi nhận tại Syria từ năm 2007 đến năm 2010, khoảng 1,5 triệu người đã rời bỏ khu vực nông nghiệp để đến thành phố. Đó chính là tiền đề cho cuộc xung đột vũ trang khởi đầu vào năm 2011. Tỉ lệ xảy ra những đợt hạn hán tương tự đã tăng lên gấp ba lần do biến đổi khí hậu.[9] Đến năm 2018, khoảng 13 triệu người Syria đã phải rời bỏ nơi sống.

Vấn đề này sẽ chỉ trở nên tồi tệ hơn. Một nghiên cứu đã xem xét mối quan hệ giữa các đợt thời tiết thay đổi bất thường và số lượng đơn xin tị nạn được gửi tới Liên minh châu Âu.[10] Kết quả nghiên cứu cho thấy ngay cả khi nhiệt độ gia tăng vừa phải, đến cuối thế kỷ này, số đơn xin tị nạn có thể tăng 28%, lên gần 450.000 đơn một năm. Cũng trong nghiên cứu đó, các nhà khoa học ước tính rằng, vào năm 2080, năng suất cây trồng giảm sút sẽ khiến từ 2% đến 10% người trưởng thành ở Mexico cố gắng vượt biên sang nước Mỹ.

Hãy diễn đạt tất cả những điều này theo cách mà tất cả những ai đang trải qua đại dịch COVID-19 đều có thể liên tưởng. Nếu bạn muốn hiểu được mức độ thiệt hại mà biến đổi khí hậu sẽ gây ra, hãy nhìn vào COVID-19 và sau đó hình dung rằng nỗi đau ấy sẽ còn kéo dài thêm rất lâu nữa. Những sinh mạng mất đi và thiệt hại kinh tế do đại dịch này gây ra là tương đương với những gì sẽ

xảy ra thường xuyên nếu chúng ta không loại bỏ lượng phát thải carbon trên toàn thế giới.

Tôi sẽ bắt đầu với những tổn thất về con người. So với COVID-19, bao nhiêu người sẽ thiệt mạng do biến đổi khí hậu? Vì chúng ta muốn so sánh hai sự kiện xảy ra tại các thời điểm khác nhau – đại dịch vào năm 2020, biến đổi khí hậu vào năm 2030 – và dân số toàn cầu sẽ thay đổi trong khoảng thời gian đó, nên việc so sánh con số tử vong tuyệt đối sẽ không hoàn toàn chính xác. Thay vào đó, chúng ta sẽ sử dụng tỉ lệ tử vong, tức là số người chết trên 100.000 người.

Sử dụng dữ liệu từ đại dịch cúm Tây Ban Nha vào năm 1918, đại dịch COVID-19 và chia trung bình trong khoảng thời gian một thế kỷ, chúng ta có thể ước tính xem một đại dịch sẽ làm tăng tỉ lệ tử vong toàn cầu lên bao nhiêu. Kết quả là khoảng 14 trường hợp tử vong trên 100.000 người mỗi năm.

Con số trên sẽ như thế nào khi được so sánh với biến đổi khí hậu? Vào giữa thế kỷ này, sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu được dự đoán sẽ làm tăng tỉ lệ tử vong toàn cầu lên mức tương tự – 14 trường hợp tử vong trên 100.000 người. Vào cuối thế kỷ này, nếu lượng phát thải vẫn tăng nhanh, biến đổi khí hậu có thể là nguyên nhân gây ra thêm 75 ca tử vong trên 100.000 người.

Nói cách khác, vào giữa thế kỷ này, biến đổi khí hậu có thể gây tử vong ở mức tương đương với COVID-19, và vào năm 2100, mức độ này sẽ cao gấp năm lần.

Bức tranh kinh tế cũng sẽ trở nên ảm đạm. Các dự đoán về các tác động của biến đổi khí hậu và COVID-19 khác nhau khá nhiều, tùy thuộc vào mô hình được sử dụng. Nhưng kết luận lại rất rõ ràng: Trong một hoặc hai thập niên tới, thiệt hại kinh tế do biến đổi khí hậu gây ra có thể sẽ tương đương với việc đại dịch COVID xuất hiện mười năm một lần. Và vào cuối thế kỷ XXI, nó sẽ còn tồi tệ hơn nhiều nếu tình trạng phát thải vẫn diễn biến như hiện nay.[i]

[i.] *Đây là cách tính toán để đưa đến kết luận này. Các mô hình mới đây cho thấy thiệt hại của biến đổi khí hậu vào năm 2030 có thể sẽ là 0,85-1,5% GDP hằng năm của nước Mỹ. Trong khi đó, ước tính hiện tại về thiệt hại của COVID-19 vào năm 2021 đối với nước Mỹ nằm trong khoảng 7-10% GDP. Nếu chúng ta giả định rằng vấn đề tương tự xảy ra mười năm một lần, thì mức thiệt hại trung bình mỗi năm sẽ rơi vào khoảng 0,7-1% GDP, gần tương đương với thiệt hại dự kiến do biến đổi khí hậu.*

Nhiều dự đoán trong chương này có thể quen tai với những người đã và đang theo dõi tin tức về biến đổi khí hậu. Nhưng khi nhiệt độ tăng lên, tất cả những vấn đề này sẽ xảy ra thường xuyên hơn, ở mức độ nghiêm trọng hơn và gây ảnh hưởng cho nhiều người hơn. Và có khả năng một thảm họa về biến đổi khí hậu sẽ xuất hiện đột ngột, chẳng hạn như khi phần lớn tầng đất đóng băng vĩnh cửu trở nên đủ ấm và tan chảy, nó sẽ giải phóng một lượng lớn khí nhà kính, chủ yếu là methane, mà nó vốn lưu giữ.

Mặc dù khoa học vẫn còn chưa chắc chắn về nhiều điều, nhưng chúng ta đã có đủ kiến thức để hiểu rằng những gì sắp xảy ra sẽ rất tồi tệ. Có hai điều chúng ta có thể làm:

Thích nghi. Chúng ta có thể cố gắng giảm thiểu tác động của những thay đổi đã, cũng như sẽ xảy ra. Vì tác động của biến đổi khí hậu là nặng nề nhất đối với những người nghèo nhất, và hầu hết những người nghèo nhất đều là nông dân, nên thích ứng là mối quan tâm chính của nhóm nông nghiệp thuộc Quỹ Gates. Ví dụ, chúng tôi đang tài trợ cho rất nhiều nghiên cứu về những giống cây trồng mới có khả năng chống chịu những hiện tượng sẽ diễn ra thường xuyên và nghiêm trọng hơn trong các thập niên tới, chẳng hạn như hạn hán và lũ lụt. Trong Chương 9, tôi sẽ giải thích thêm về sự thích nghi và nêu khái quát một số bước chúng ta sẽ cần thực hiện.

Giảm thiểu. Phần lớn nội dung cuốn sách này sẽ không nói về thích nghi. Nó đề cập đến một việc khác mà chúng ta cần làm: Ngăn chặn việc phát thải thêm khí nhà kính vào bầu khí quyển. Để thấy được bất kỳ hi vọng nào trong việc ngăn chặn thảm họa, các quốc gia phát thải nhiều nhất trên thế giới – đồng thời là các quốc gia giàu nhất – phải đạt được mức phát thải ròng (chênh lệch giữa lượng khí nhà kính được phát thải và loại bỏ khỏi bầu khí quyển) bằng 0 vào năm 2050. Không lâu sau, các quốc gia có thu nhập trung bình cần phải đạt được điều này; và cuối cùng, phần còn lại của thế giới cũng cần làm theo.

Tôi từng nghe được những lời phản đối trước ý tưởng các nước giàu nên dẫn đầu công cuộc: "Tại sao chúng ta lại phải chịu gánh nặng này?" Nguyên nhân không chỉ đơn thuần là vì chúng ta đã gây ra phần lớn vấn đề (điều này đúng), mà còn vì đây là một cơ hội kinh tế lớn: Việc xây dựng những công ty và nền công nghiệp không carbon lớn mạnh chính là con đường dẫn đến ngôi vị đứng đầu nền kinh tế toàn cầu trong những thập niên tới.

Các quốc gia giàu mạnh chính là những nơi có điều kiện phù hợp

nhất để phát triển các giải pháp sáng tạo nhằm giải quyết vấn đề khí hậu; họ nắm trong tay nguồn tài trợ từ chính phủ, trường đại học nghiên cứu, phòng thí nghiệm quốc gia và các công ty khởi nghiệp thu hút nhân tài từ mọi nơi trên thế giới, vì vậy họ cần là những người dẫn đầu. Người nào tạo ra những đột phá lớn về năng lượng và cho thấy giải pháp của mình có thể hoạt động trên quy mô toàn cầu với giá cả phải chăng, người đó sẽ tìm được nhiều khách hàng ở các nền kinh tế mới nổi.

Tôi nhận thấy nhiều con đường có thể đưa chúng ta đến với con số 0. Trước khi khám phá chúng một cách chi tiết, chúng ta cần nhìn lại để thấy cuộc hành trình này sẽ khó khăn đến mức nào.

Chương 2
Một hành trình khó khăn

Xin đừng để tiêu đề của chương làm bạn nản lòng. Tôi hi vọng đến thời điểm này, tôi đã làm rõ về niềm tin của bản thân rằng chúng ta có thể đạt được con số 0. Trong các chương tới, tôi sẽ cố gắng cho bạn biết nguyên do của niềm tin ấy và những điều cần làm biến nó thành hiện thực. Nhưng chúng ta không thể giải quyết một vấn đề như biến đổi khí hậu nếu không thực sự cân nhắc về khối lượng công việc cần làm và những trở ngại phải vượt qua. Vì vậy, khi đã có niềm tin rằng chúng ta sẽ tìm ra các giải pháp – bao gồm những cách thức để tăng tốc quá trình giảm thiểu nhiên liệu hóa thạch – hãy cùng xem xét những rào cản lớn nhất mà chúng ta đang phải đối mặt.

Nhiên liệu hóa thạch cũng giống như nước vậy. Tôi là người hâm mộ của cố nhà văn David Foster Wallace. (Tôi đang chuẩn bị đọc cuốn tiểu thuyết khổng lồ *Infinite Jest* [tạm dịch: Trò bông đùa Vô tận] của ông bằng cách chậm rãi tìm hiểu mọi tác phẩm ông từng viết.) Khi Wallace đọc bài diễn văn tốt nghiệp nổi tiếng của mình tại Đại học Kenyon vào năm 2005, ông đã bắt đầu với câu chuyện sau:[i]

---

[i]. *Bạn có thể đọc toàn bộ bài phát biểu This is Water (tạm dịch: Đây là nước) tại địa chỉ https://bulletin.kenyon.edu/. Đó là một bài phát biểu rất tuyệt vời.*

> Hai con cá trẻ đang bơi theo dòng nước, và chúng tình cờ gặp một con cá già hơn đang bơi theo hướng ngược lại. Con cá già gật đầu và nói với chúng: "Chào những cậu trai, dòng nước ổn chứ?" Hai con cá trẻ bơi tiếp một chút, rồi cuối cùng một con nhìn sang bạn đồng hành và nói: "Nước là cái quái gì vậy?"

Nước là cái quái gì vậy?[1]

Wallace giải thích: "Ý nghĩa trước mắt của câu chuyện này là những sự thật quan trọng và rõ ràng nhất thường là những sự thật khó thấy và khó nói ra nhất."

Nhiên liệu hóa thạch cũng như vậy. Chúng có sức ảnh hưởng lớn đến mức chúng ta khó có thể nắm bắt được tất cả các cách mà chúng, cũng như các nguồn phát thải khí nhà kính khác, tác động đến cuộc sống của mình. Sẽ dễ dàng hơn nếu chúng ta bắt đầu câu chuyện từ những vật dụng hằng ngày.

Sáng nay bạn đã đánh răng chưa? Bàn chải đánh răng có thể chứa nhựa, và nhựa được làm từ dầu mỏ – một loại nhiên liệu hóa thạch.

Nếu bạn đã ăn sáng, các loại hạt trong bánh mì nướng và ngũ cốc ăn liền của bạn đã được trồng bằng phân bón, và quá trình sản xuất phân bón sẽ phát thải khí nhà kính. Các loại hạt được thu hoạch bằng một chiếc máy kéo chạy bằng xăng và làm bằng thép, còn thép được sản xuất nhờ nhiên liệu hóa thạch trong một quá trình sẽ giải phóng carbon. Nếu bạn ăn một chiếc bánh mì kẹp thịt vào bữa trưa, giống như tôi thỉnh thoảng vẫn làm, việc nuôi bò lấy thịt cũng sẽ làm phát sinh khí nhà kính – những con bò ợ và xì hơi ra khí methane – thêm vào đó, việc trồng và thu hoạch lúa mì để làm thành bánh mì cũng gây ra tác động tương tự.

Nếu bạn đã mặc quần áo, quần áo của bạn có thể chứa bông, một loại cây cũng được bón phân và thu hoạch; hoặc polyester, được

làm bằng etylene có nguồn gốc từ dầu mỏ. Nếu bạn đã sử dụng giấy vệ sinh, nghĩa là lại có thêm cây cối bị đốn hạ và thêm khí carbon được thải ra.

Nếu hôm nay bạn đi làm hoặc đi học bằng một chiếc xe điện, điều đó sẽ thật tuyệt – mặc dù điện chạy xe có lẽ đã được sản xuất bằng nhiên liệu hóa thạch. Nếu bạn đi tàu hỏa, chuyến tàu sẽ chạy trên đường ray bằng thép và xuyên qua đường hầm bằng xi măng, và xi măng lại được sản xuất bằng nhiên liệu hóa thạch trong một quá trình mà carbon được giải phóng dưới dạng sản phẩm phụ. Xe hơi hoặc xe buýt đưa bạn đi làm đều làm từ thép và nhựa, tương tự với chiếc xe đạp bạn đã đi vào cuối tuần trước. Những con đường bạn đi qua có chứa xi măng và nhựa đường, còn hết thảy các thành phần đó đều có nguồn gốc từ dầu mỏ.

Nếu bạn sống trong một tòa nhà chung cư, bạn có lẽ đang được bao quanh bởi xi măng. Nếu bạn sống trong một ngôi nhà làm bằng gỗ, số gỗ đó đã được cắt và xén bằng những cỗ máy bằng thép và nhựa, hơn nữa còn chạy bằng khí đốt. Nếu ngôi nhà hoặc văn phòng của bạn có hệ thống sưởi hoặc máy điều hòa không khí, nó không chỉ sử dụng khá nhiều năng lượng, mà chất làm mát trong máy điều hòa cũng có thể là một loại khí gây hiệu ứng nhà kính mạnh. Nếu bạn đang ngồi trên một chiếc ghế làm bằng kim loại hoặc nhựa, điều đó nghĩa là chúng ta lại có thêm một lượng phát thải nữa.

Ngoài ra, gần như tất cả các đồ vật này, từ bàn chải đánh răng cho đến các vật liệu xây dựng, đều được chuyên chở từ một nơi khác, trên xe tải, máy bay, tàu hỏa và tàu thủy, tất cả các phương tiện ấy đều chạy bằng nhiên liệu hóa thạch và được sản xuất từ nhiên liệu hóa thạch.

Nói cách khác, nhiên liệu hóa thạch có mặt ở khắp mọi nơi. Lấy dầu thô làm một ví dụ: Thế giới sử dụng hơn 15 tỉ lít dầu mỗi ngày. Khi bạn đang sử dụng bất kỳ loại sản phẩm nào với lượng lớn như vậy, bạn chỉ đơn giản là không thể dừng lại trong một đêm.

Hơn nữa, có một lý do chính đáng khiến nhiên liệu hóa thạch có mặt ở mọi nơi: Chúng quá rẻ. Hay nói rõ ràng hơn, *dầu thô còn rẻ hơn cả nước giải khát*. Tôi khó có thể tin vào tai mình khi lần đầu nghe được điều đó, nhưng nó là sự thật. Hãy để tôi tính toán cho bạn xem: Một thùng dầu chứa khoảng 160 lít; giá dầu trung bình trong nửa cuối năm 2020 là khoảng 42 đô-la mỗi thùng, tương đương với mức 0,26 đô-la mỗi lít.[2] Trong khi đó, Costco bán 8 lít

nước ngọt có ga với giá 6 đô-la, tương đương với 0,75 đô-la mỗi lít.

Ngay cả khi bạn tính đến sự biến động của giá dầu, kết luận vẫn không thay đổi: Mỗi ngày, mọi người trên thế giới sống dựa vào hơn 15 tỉ lít của một sản phẩm có giá thấp hơn Diet Coke.

Không phải ngẫu nhiên mà nhiên liệu hóa thạch lại rẻ như vậy. Chúng có trữ lượng lớn và dễ vận chuyển. Chúng ta đã tạo ra những ngành công nghiệp lớn trên toàn cầu, chuyên dành cho việc khoan tìm, xử lý và vận chuyển nhiên liệu hóa thạch, đồng thời tạo ra những cải tiến để giúp giảm giá bán. Nhưng cái giá ấy không phản ánh được thiệt hại do chúng gây ra – những cách mà qua đó chúng góp phần gây ra biến đổi khí hậu, ô nhiễm và suy thoái môi trường khi được khai thác và đốt cháy. Vấn đề này sẽ được khám phá chi tiết hơn trong Chương 10.

Riêng việc nghĩ đến phạm vi của vấn đề này cũng đã đủ để gây choáng váng. Nhưng tình hình cũng không hẳn là vô phương cứu chữa.

Bằng việc sử dụng các nguồn năng lượng sạch và năng lượng tái tạo mà chúng ta đã có, đồng thời tạo ra những bước đột phá trong năng lượng không phát thải carbon, chúng ta có thể tìm ra cách để làm giảm lượng phát thải ròng xuống 0. Điểm mấu chốt ở đây là khiến cho phương thức tiếp cận sạch này rẻ bằng, hoặc gần bằng, công nghệ hiện tại.

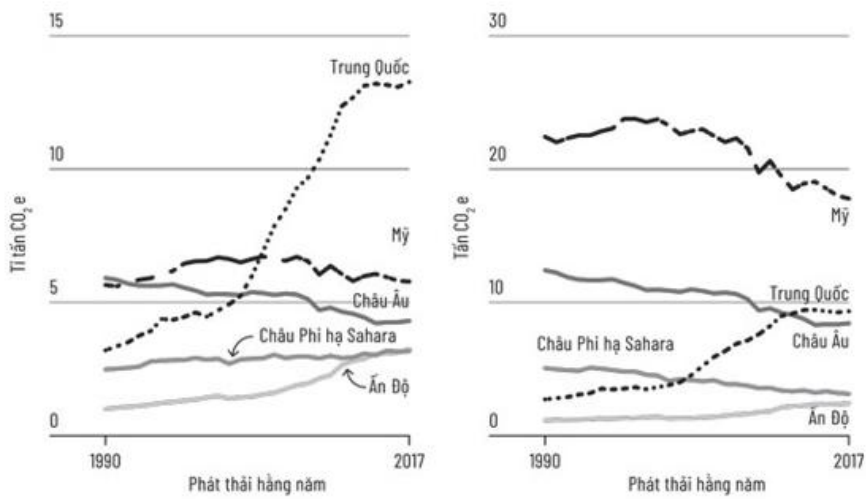
Tuy nhiên, chúng ta cần phải khẩn trương, vì…

Vấn đề không chỉ xảy ra ở những nước giàu có. Hầu như ở khắp mọi nơi, mọi người đang sống lâu hơn và khỏe mạnh hơn. Mức sống ngày càng được nâng cao. Nhu cầu về ô tô, đường sá, nhà cửa, tủ lạnh, máy tính, máy điều hòa và năng lượng để duy trì tất cả những thứ trên đang tăng cao. Kết quả là mỗi người sẽ sử dụng nhiều năng lượng hơn và thải ra nhiều khí nhà kính hơn. Ngay cả việc xây dựng cơ sở hạ tầng cần thiết để tạo ra năng lượng – tua-bin gió, tấm quang điện, nhà máy hạt nhân, cơ sở lưu trữ điện, cùng nhiều thứ khác nữa – bản thân chúng cũng liên quan đến việc phát thải khí nhà kính.

Nhưng câu chuyện không chỉ dừng lại ở việc mỗi người sẽ sử dụng nhiều năng lượng hơn; số người sẽ còn tăng lên nữa. Dân số toàn cầu sẽ đạt gần đến mức mười tỉ người vào cuối thế kỷ này, và phần lớn sự gia tăng này đang diễn ra ở những thành phố phát thải nhiều carbon. Đô thị đang phát triển với tốc độ đáng kinh ngạc:

Vào năm 2060, tính trên toàn thế giới, tổng lượng công trình (building stock) – một phương pháp đo lường về số lượng và kích cỡ của các tòa nhà – sẽ tăng gấp đôi. Điều đó giống như việc mỗi tháng xây dựng thêm một thành phố New York mới trong suốt 40 năm, và kết quả này chủ yếu là do sự phát triển của các nước như Trung Quốc, Ấn Độ và Nigeria.

Đây là tin tốt đối với những ai có cuộc sống được cải thiện, nhưng lại là tin xấu với khí hậu của chúng ta. Hãy xét đến việc gần 40% lượng khí thải trên thế giới được tạo ra bởi 16% dân số giàu nhất, (và tôi còn chưa tính đến lượng khí thải từ các sản phẩm được tạo ra ở nơi khác nhưng được tiêu thụ ở các nước giàu.) Điều gì sẽ xảy ra khi có nhiều hơn những người sống như 16% giàu nhất kia? Nhu cầu năng lượng toàn cầu sẽ tăng 50% vào năm 2050, và nếu không có gì thay đổi, lượng phát thải carbon cũng sẽ tăng lên ở mức tương đương. Ngay cả khi những nước giàu bằng một cách kỳ diệu nào đó đạt được con số 0 vào ngay hôm nay, phần còn lại của thế giới vẫn sẽ ngày càng phát thải nhiều hơn.



Lượng phát thải đến từ đâu? Lượng phát thải của các nền kinh tế tiên tiến như Mỹ và châu Âu vẫn ở mức tương đối ổn định hoặc thậm chí giảm xuống, nhưng lượng khí thải ở nhiều nước đang phát triển lại đang tăng nhanh. Một phần nguyên nhân là do các nước giàu hơn đã chuyển những công đoạn sản xuất có lượng phát thải lớn sang cho những nước nghèo hơn. (Ban Dân số Liên Hợp Quốc; Rhodium Group)[3]

Sẽ là vô đạo đức và bất khả thi nếu chúng ta cố gắng cản bước tiến của người đang ở bậc thấp hơn trên nấc thang kinh tế. Chúng ta

không thể mong chờ người nghèo tiếp tục khó khăn vì các nước giàu đã thải ra quá nhiều khí nhà kính; và ngay cả khi muốn, chúng ta cũng không có cách nào để thực hiện được điều này. Thay vào đó, chúng ta cần tạo điều kiện cho những người có thu nhập thấp phát triển mà không khiến tình hình biến đổi khí hậu xấu đi. Chúng ta cần đạt được con số 0 càng sớm càng tốt, theo hướng sản xuất nhiều năng lượng hơn hiện nay, nhưng không phát thải thêm một chút carbon nào vào bầu khí quyển.

Thế giới sẽ xuất hiện thêm lượng công trình tương tự một thành phố New York vào mỗi tháng trong 40 năm tới.[4]

Không may thay…

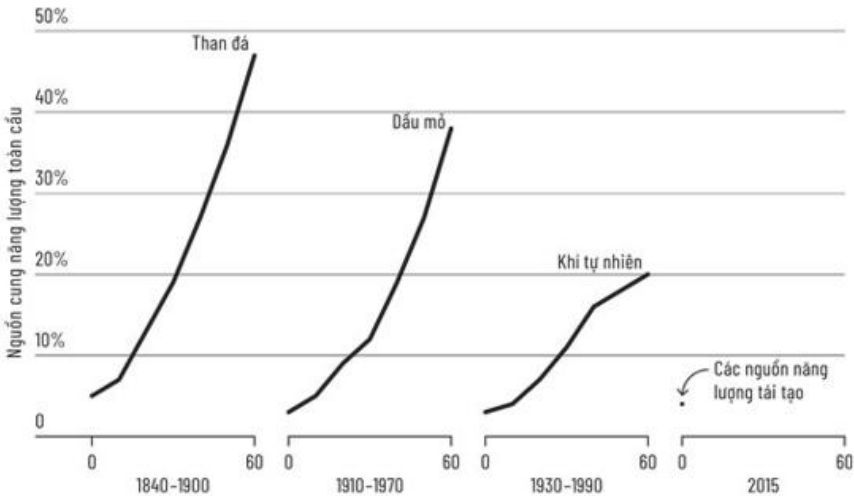
Lịch sử không đứng về phía chúng ta. Dựa trên khoảng thời gian tiêu tốn cho các quá trình chuyển đổi trước đây, cụm từ "càng sớm càng tốt" vẫn có nghĩa là rất xa trong tương lai. Chúng ta từng làm những việc tương tự – chuyển từ việc dựa vào nguồn năng lượng này sang nguồn năng lượng khác – và quá trình ấy luôn mất hàng thập niên. (Những cuốn sách hay nhất mà tôi đã đọc về chủ đề này là *Energy Transitions* [tạm dịch: Chuyển dịch năng lượng] và *Energy Myths and Realities* [tạm dịch: Năng lượng, Huyền thoại và Thực tế] của tác giả Vaclav Smil; đó cũng là những nguồn thông tin tôi đang sử dụng cho cuốn sách này.)

Nhiều nông dân vẫn đang phải sử dụng các kỹ thuật canh tác cũ. Đó là một trong những lý do khiến họ mắc kẹt trong nghèo đói. Họ xứng đáng có được thiết bị và phương pháp tiếp cận hiện đại, nhưng giờ đây, những công cụ đó đồng nghĩa với việc làm trầm trọng thêm tình trạng phát thải khí nhà kính.[5]

Trong phần lớn lịch sử loài người, những nguồn năng lượng chính gồm cơ bắp của chính chúng ta, những loài động vật cung cấp sức kéo và các loài thực vật mà chúng ta đốt cháy. Nhiên liệu hóa thạch chiếm chưa đầy một nửa mức tiêu thụ năng lượng của thế giới cho đến cuối những năm 1890. Ở Trung Quốc, nó chưa thay thế các nguồn năng lượng khác cho đến những năm 1960.

Tại một số khu vực ở châu Á và châu Phi hạ Sahara, quá trình chuyển đổi này thậm chí vẫn chưa diễn ra.[6]

Và hãy xét đến khoảng thời gian chuyển đổi để dầu mỏ trở thành một phần quan trọng trong nguồn cung cấp năng lượng của chúng ta.[7] Chúng ta bắt đầu khai thác dầu mỏ theo hướng thương mại vào những năm 1860. Đến nửa thế kỷ sau, nó mới chỉ chiếm 10% nguồn cung năng lượng toàn cầu. Phải mất thêm 30 năm nữa, tỉ trọng mới đạt được mức 25%.



Chúng ta tốn rất nhiều thời gian để tiếp nhận những nguồn năng lượng mới. Hãy chú ý điểm này: Trong vòng 60 năm, tỉ trọng cung cấp năng lượng toàn cầu của than đá đã tăng từ 5% lên gần 50%. Nhưng sau một khoảng thời gian tương tự, khí tự nhiên chỉ chiếm tỉ trọng 20%. (Vaclav Smil, Energy Transitions)[8]

Khí tự nhiên cũng phát triển theo một quỹ đạo tương tự.[9] Vào năm 1900, nó chiếm 1% nguồn cung năng lượng toàn cầu. Phải mất 70 năm để tỉ trọng tăng lên 20%. Công nghệ phân hạch hạt nhân phát triển nhanh hơn, với tỉ trọng gia tăng từ 0% đến 10% trong vòng 27 năm.

Biểu đồ trên cho thấy việc sử dụng các nguồn năng lượng khác nhau đã phát triển như thế nào trong suốt 60 năm kể từ thời điểm chúng được giới thiệu. Từ năm 1840 đến năm 1900, tỉ trọng của than đã tăng từ 5% lên đến gần 50%. Nhưng sau 60 năm, từ 1930 đến 1990, khí đốt tự nhiên chỉ đạt mức 20%. Nói tóm lại, các quá trình chuyển dịch năng lượng diễn ra trong một thời gian dài.

Nguồn nhiên liệu không phải là vấn đề duy nhất. Chúng ta cũng phải mất một thời gian dài để tiếp nhận các loại phương tiện giao

thông mới. Động cơ đốt trong được giới thiệu vào những năm 1880. Phải mất bao lâu để một nửa số gia đình thành thị sở hữu xe hơi? Tại nước Mỹ, quá trình đó mất từ 30 đến 40 năm, và ở châu Âu là từ 70 đến 80 năm.

Hơn nữa, quá trình chuyển dịch năng lượng mà chúng ta đang cần lại được thúc đẩy bằng một vấn đề chưa từng được coi là quan trọng. Trước đây, chúng ta chuyển từ nguồn năng lượng này sang nguồn năng lượng khác vì cái mới rẻ hơn và hiệu quả hơn. Ví dụ, khi chúng ta ngừng đốt gỗ và bắt đầu sử dụng nhiều than đá hơn, nguyên nhân là vì chúng ta có thể thu được nhiều nhiệt và ánh sáng từ một cân than đá hơn một cân gỗ.

Hoặc lấy một ví dụ gần đây hơn tại nước Mỹ: Chúng tôi đang sử dụng nhiều khí tự nhiên hơn và ít than đá đi để tạo ra điện. Nguyên nhân là do đâu? Bởi vì những kỹ thuật khoan mới đã khiến khí tự nhiên rẻ hơn rất nhiều. Vấn đề ở đây là kinh tế, thay vì môi trường. Trên thực tế, lợi ích và tác hại của khí tự nhiên so với than đá lại phụ thuộc vào cách tính carbon dioxit quy đổi. Một số nhà khoa học đưa ra luận điểm rằng khí đốt tự nhiên thực chất có thể tác động xấu đến khí hậu nhiều hơn than đá, tùy thuộc vào mức độ rò rỉ khi nó được xử lý.[10]

Theo thời gian, chúng ta sẽ bắt đầu sử dụng năng lượng tái tạo nhiều hơn một cách tự nhiên, nhưng nếu không được hỗ trợ, sự tăng trưởng này sẽ không diễn ra đủ nhanh, và như chúng ta sẽ thấy trong Chương 4, nếu không có sự đổi mới, chúng ta sẽ không thể đạt được con số 0. Chúng ta phải thực hiện một quá trình chuyển đổi nhanh đến bất thường. Điều đó dẫn đến một sự phức tạp chưa từng thấy về cả chính sách công và công nghệ.

Tại sao quá trình chuyển dịch năng lượng lại mất nhiều thời gian như vậy? Bởi vì…

Các nhà máy nhiệt than không giống như những con chip máy tính. Có thể bạn từng nghe nói về Định luật Moore, đó là dự đoán của Gordon Moore vào năm 1965 rằng các bộ vi xử lý sẽ tăng gấp đôi công suất sau mỗi hai năm. Tất nhiên, Gordon đã dự đoán đúng, và Định luật Moore là một trong những lý do chính khiến ngành công nghiệp máy tính và phần mềm phát triển như hiện nay. Khi các bộ vi xử lý trở nên mạnh mẽ hơn, chúng ta có thể viết ra những phần mềm tốt hơn, điều này thúc đẩy nhu cầu về máy tính, từ đó mang lại cho các công ty phần cứng động lực để tiếp tục cải tiến các cỗ máy của họ, và nhờ đó chúng tôi tiếp tục viết phần mềm tốt hơn, và mọi thứ lặp đi lặp lại theo chiều hướng

tăng tiến.

Định luật Moore đúng bởi vì các công ty liên tục tìm ra những cách mới để thu nhỏ kích thước của transistor – các công tắc siêu nhỏ tạo nên sức mạnh của máy tính. Điều này cho phép họ đưa nhiều transistor hơn vào mỗi con chip. Chip máy tính ngày nay có lượng transistor nhiều hơn khoảng một triệu lần so với những con chip được sản xuất vào năm 1970, điều này khiến nó mạnh hơn gấp một triệu lần.

Đôi khi bạn sẽ thấy Định luật Moore được viện dẫn như một lý do để cho rằng chúng ta có thể đạt được sự tiến bộ tương tự theo cấp số nhân trong lĩnh vực năng lượng. Nếu chip máy tính có thể phát triển nhanh chóng như vậy, tại sao ô tô và các tấm quang điện không thể?

Tiếc thay, điều này là không đúng. Chip máy tính là một ngoại lệ. Chúng được cải thiện vì chúng ta tìm ra cách đưa nhiều transistor hơn vào một con chip, nhưng không bước đột phá tương tự nào có thể khiến ô tô sử dụng ít xăng hơn một triệu lần. Hãy xét đến việc chiếc xe Model T đầu tiên lăn bánh khỏi dây chuyền sản xuất của Henry Ford vào năm 1908 chỉ đi được gần 9 km với mỗi lít xăng. Khi tôi đang viết những dòng này, chiếc xe hàng đầu thuộc dòng sử dụng đồng thời động cơ điện và động cơ đốt trong có khả năng di chuyển được hơn 24 km với mỗi lít xăng. Trong hơn một thế kỷ, hiệu quả sử dụng nhiên liệu chỉ mới được cải thiện chưa được gấp ba lần.

Các tấm quang điện cũng không tốt hơn hàng triệu lần. Khi các tế bào quang điện làm từ silicon tinh thể được giới thiệu vào những năm 1970, chúng có thể chuyển đổi khoảng 15% ánh sáng Mặt Trời chiếu vào thành điện năng. Ở thời điểm hiện tại, chúng chuyển đổi được khoảng 25%. Đó là một mức phát triển tốt, nhưng khó có thể sánh bằng Định luật Moore.

Công nghệ mới chỉ là một lý do khiến công nghiệp năng lượng không thể thay đổi nhanh chóng như công nghiệp máy tính. Một lý do khác là kích thước. Ngành công nghiệp năng lượng về cơ bản là có quy mô rất lớn – khoảng năm nghìn tỉ đô-la một năm, nó là một trong những ngành kinh doanh lớn nhất trên hành tinh. Mọi thứ có quy mô lớn và phức tạp đều khó thay đổi. Và dù có cố ý hay không, thì chúng ta đã tạo nên rất nhiều sức ì cho ngành năng lượng.

Để hiểu rõ hơn, hãy nghĩ về cách hoạt động của doanh nghiệp

phần mềm. Không có cơ quan quản lý nào phê duyệt sản phẩm của bạn. Ngay cả khi bạn phát hành một phần mềm không hoàn hảo, khách hàng vẫn còn lòng nhiệt thành và phản hồi cho bạn về cách cải thiện phần mềm, miễn là bạn có thể đem lại lợi ích ròng đủ cao. Và hầu như tất cả các chi phí của bạn đều là chi phí trả trước. Sau khi bạn đã phát triển một sản phẩm, chi phí cận biên của việc tạo ra thêm sản phẩm đó gần như bằng không.

Hãy so sánh điều đó với ngành công nghiệp dược phẩm và vắc-xin. Đưa thuốc mới ra thị trường là một việc khó hơn nhiều so với phát hành phần mềm mới. Và sự việc nên diễn ra như vậy, vì một loại thuốc làm nguy hại đến sức khỏe sẽ tồi tệ hơn nhiều so với một ứng dụng có vài sai sót. Do phải trải qua quá trình nghiên cứu cơ bản, phát triển thuốc, phê duyệt theo quy định để thử nghiệm, cộng với nhiều bước cần thiết khác, một loại dược phẩm phải mất nhiều năm mới đến được tay bệnh nhân. Nhưng một khi bạn tạo ra được một loại thuốc có tác dụng, việc sản xuất ra nhiều thuốc hơn sẽ rất rẻ.

Còn bây giờ, hãy so sánh cả hai với ngành công nghiệp năng lượng. Thứ nhất, bạn sẽ phải bỏ ra những khoản vốn cố định và khổng lồ. Nếu bạn bỏ ra một tỉ đô-la để xây dựng một nhà máy điện than, nhà máy tiếp theo mà bạn xây dựng sẽ không rẻ hơn chút nào. Và các nhà đầu tư bỏ ra số tiền đó với kỳ vọng rằng nhà máy sẽ hoạt động trong 30 năm hoặc hơn. Nếu ai đó phát triển được một công nghệ tốt hơn trong mười năm tới, bạn sẽ không thể chỉ đơn giản là đóng cửa nhà máy cũ và xây dựng một nhà máy mới. Ít nhất là nếu không có lý do chính đáng – như một khoản hoàn trả lớn hoặc quy định bắt buộc của chính phủ.

Xã hội cũng chấp nhận rất ít rủi ro trong kinh doanh năng lượng, và đây là một điều dễ hiểu. Chúng ta cần nguồn điện ổn định, bóng đèn nên hoạt động mỗi khi khách hàng bật công tắc. Chúng ta cũng lo ngại về những thảm họa. Trên thực tế, sự lo ngại về an toàn đã gần như giết chết việc xây dựng các nhà máy hạt nhân mới tại nước Mỹ. Kể từ thảm họa ở Three Mile Island và Chernobyl, Mỹ mới chỉ khởi công hai nhà máy hạt nhân, mặc dù số người tử vong vì ô nhiễm than trong một năm còn nhiều hơn số người chết trong tất cả các sự cố hạt nhân.

Chúng ta được thúc đẩy bởi một động lực mạnh mẽ và rõ ràng, hướng tới việc gắn bó với những gì quen thuộc, ngay cả khi thứ đó đang giết chết chính chúng ta. Những gì cần làm là thay đổi động lực ấy, để xây dựng một hệ thống năng lượng với tất cả những đặc điểm chúng ta mong đợi (ổn định, an toàn) và không bao gồm

những đặc điểm ngoài ý muốn (phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch). Nhưng điều đó sẽ không dễ dàng, bởi vì…

Luật pháp và quy định của chúng ta đã quá lỗi thời. Cụm từ "chính sách của chính phủ" không hẳn mang tính cấp thiết với tất cả mọi người. Nhưng các chính sách – từ luật về thuế cho đến quy định về môi trường – đều tác động rất lớn đến cách hành xử của mỗi cá nhân và các công ty. Chúng ta sẽ không đạt được con số 0 trừ phi làm được điều này, và đích đến vẫn còn cách rất xa. (Tôi đang nói về nước Mỹ, nhưng điều này vẫn có thể áp dụng cho nhiều quốc gia khác.)

Có một vấn đề, đó là nhiều luật và quy định về môi trường hiện hành được xây dựng mà không tính đến biến đổi khí hậu. Chúng được thực thi để giải quyết các vấn đề khác, và giờ đây chúng ta đang cố gắng sử dụng chúng để làm giảm lượng khí thải. Nếu điều ấy khả thi, vậy có lẽ chúng ta cũng nên thử tạo ra trí thông minh nhân tạo bằng loại máy tính mạnh mẽ của những năm 1960.

Hãy xem xét một ví dụ: Đạo luật Không khí Sạch là đạo luật nổi tiếng nhất của nước Mỹ về chất lượng không khí, nhưng nó hầu như không đề cập đến khí nhà kính. Chúng ta không nên ngạc nhiên về việc này, vì khi được thông qua vào năm 1970, mục đích ban đầu của nó là để giảm thiểu rủi ro sức khỏe do ô nhiễm không khí tại địa phương, thay vì đối phó với tình trạng gia tăng nhiệt độ.

Hay xét đến các tiêu chuẩn về mức tiêu thụ nhiên liệu được gọi là CAFE (Corporate Average Fuel Economy). Chúng được thông qua vào những năm 1970 vì giá dầu tăng chóng mặt và người Mỹ có nhu cầu về xe tiết kiệm nhiên liệu. Cải thiện được mức tiêu thụ nhiên liệu là một việc tuyệt vời, nhưng hiện tại chúng ta cần phải khiến xe điện phổ biến hơn, và các tiêu chuẩn CAFE cũng chẳng giúp ích mấy vì chúng không được xây dựng cho mục đích đó.

Chính sách lỗi thời không phải là vấn đề duy nhất. Cách tiếp cận của chúng ta đối với khí hậu và năng lượng liên tục thay đổi theo chu kỳ bầu cử. Cứ sau từ bốn đến tám năm, một chính quyền mới sẽ đến Washington với các ưu tiên năng lượng của riêng mình. Việc thay đổi ưu tiên vốn dĩ không có gì sai – điều đó xảy ra trong toàn chính phủ với mọi chính quyền mới – nhưng nó sẽ tác động đến những nhà nghiên cứu phụ thuộc vào tài trợ từ chính phủ và các doanh nghiệp dựa vào ưu đãi thuế. Thật khó để đạt được tiến bộ thực sự nếu cứ sau vài năm bạn phải dừng những gì đang làm để bắt tay vào một việc hoàn toàn mới.

Chu kỳ bầu cử cũng tạo ra sự không chắc chắn trong thị trường tư nhân. Chính phủ đưa ra nhiều biện pháp giảm thuế nhằm thu hút nhiều công ty tham gia vào việc tạo nên bước đột phá trong lĩnh vực năng lượng sạch. Nhưng hiệu quả của chúng còn hạn chế, do đổi mới trong lĩnh vực năng lượng là rất khó khăn và phải mất nhiều thập niên thì kết quả mới xuất hiện. Bạn có thể dành nhiều năm để đào sâu vào một ý tưởng, để rồi một chính quyền mới xuất hiện và loại bỏ những chính sách thúc đẩy mà bạn đang dựa vào.

Điểm cốt yếu là các chính sách năng lượng hiện nay sẽ chỉ đem lại một tác động không đáng kể đến lượng khí thải trong tương lai. Bạn có thể đo lường tác động của chúng bằng cách tính tổng lượng phát thải có thể giảm xuống vào năm 2030 nhờ vào tất cả các chính sách hiện hành của bang và liên bang. Tổng cộng lại, nó sẽ chiếm khoảng 300 triệu tấn, tương đương khoảng 5% lượng phát thải dự kiến của nước Mỹ vào năm 2030.[11] Điều này chẳng có gì đáng chế giễu, nhưng nó sẽ là không đủ để đưa chúng ta đến gần con số 0.

Nhưng điều này cũng không có nghĩa là chúng ta không thể đưa ra các chính sách có tác động lớn đến lượng khí thải. Các tiêu chuẩn CAFE và Đạo luật Không khí Sạch đã hoàn thành được mục tiêu của chúng: Ô tô đã sử dụng năng lượng hiệu quả hơn, và không khí đã sạch hơn. Và hiện tại, một số chính sách hiệu quả về khí thải đã được đưa ra, mặc dù chúng vẫn còn rời rạc và không đủ gắn kết để tạo ra sự khác biệt thực sự đối với vấn đề khí hậu.

Tôi tin rằng chúng ta có thể làm được điều này, nhưng con đường sẽ rất gian truân. Một mặt, sửa đổi luật hiện hành là dễ dàng hơn nhiều so với đưa ra luật mới. Cần một khoảng thời gian dài để phát triển chính sách mới, lấy ý kiến của cộng đồng, được hệ thống tòa án kiểm tra nếu có thách thức về mặt pháp lý và cuối cùng là thực thi chính sách. Đó còn chưa kể đến thực tế là…

Không có nhiều sự đồng thuận về vấn đề khí hậu như bạn tưởng. Tôi không nói về việc 97% các nhà khoa học đồng ý rằng khí hậu đang biến đổi do hoạt động của con người. Đúng là vẫn còn những nhóm người nhỏ không bị khoa học thuyết phục; đồng thời họ có tiếng nói và, trong một số trường hợp, còn nắm trong tay quyền lực chính trị. Nhưng ngay cả khi thừa nhận tình trạng biến đổi khí hậu, một người không nhất thiết phải ủng hộ cho ý tưởng đầu tư một khoản tiền lớn vào những đột phá để ứng phó với vấn đề.

Ví dụ, một số người có thể lập luận: *Đúng, biến đổi khí hậu đang xảy ra, nhưng việc chi nhiều tiền nhằm cố gắng ngăn chặn hoặc thích ứng với nó là chưa thỏa đáng. Thay vào đó, chúng ta nên ưu tiên những thứ khác có tác động lớn hơn đến đời sống con người, chẳng hạn như y tế và giáo dục.*

Đây là câu trả lời của tôi đối với lập luận này: Trừ phi chúng ta nhanh chóng tiến tới con số 0, những điều tồi tệ (và khả năng cao là rất nhiều điều tồi tệ) sẽ xảy ra ngay trong phần đời của hầu hết chúng ta, và những điều cực kỳ tồi tệ sẽ xảy ra chỉ trong một thế hệ. Ngay cả khi biến đổi khí hậu không được coi là một mối đe dọa đối với sự tồn tại của loài người, nó sẽ khiến cho cuộc sống của hầu hết mọi người trở nên khó khăn hơn và khiến những người nghèo nhất thậm chí còn nghèo hơn. Nó sẽ tiếp tục trở nên tồi tệ hơn cho đến khi chúng ta ngừng phát thải thêm khí nhà kính vào bầu khí quyển, và nó đáng được ưu tiên nhiều như y tế và giáo dục.

Bạn cũng có thể thường gặp phải một lập luận khác: *Đúng, biến đổi khí hậu là có thật, những tác động sẽ rất tệ, và chúng ta có mọi thứ cần thiết để ngăn chặn nó. Với năng lượng Mặt Trời, năng lượng gió, thủy điện và một số công cụ khác, chúng ta sẽ làm được. Vấn đề chỉ đơn giản là chúng ta có muốn thực hiện hay không.*

Từ Chương 4 đến Chương 8, tôi sẽ giải thích lý do tại sao mình không đồng ý với quan điểm này. Chúng ta có một số thứ cần thiết, nhưng chúng ta không hề có tất cả.

Và còn có một thách thức khác trong việc xây dựng sự đồng thuận về vấn đề khí hậu: Hợp tác toàn cầu vốn là một việc rất khó khăn. Thật khó để khiến mọi quốc gia trên thế giới đồng ý về bất kỳ điều gì – đặc biệt là khi bạn yêu cầu họ phải bỏ ra thêm một số chi phí, chẳng hạn như đầu tư để hạn chế phát thải carbon. Không một quốc gia nào muốn chi tiền để giảm thiểu lượng khí thải của mình, trừ phi tất cả các quốc gia khác cũng làm vậy. Đó là lý do khiến Thỏa thuận Paris là một thành tựu lớn lao – hơn 190 quốc gia đã cam kết hạn chế lượng phát thải của mình. Không phải vì các cam kết hiện tại sẽ làm giảm một lượng lớn khí thải – nếu tất cả các quốc gia đều thực hiện cam kết, họ sẽ giảm được từ ba đến sáu tỉ tấn khí thải hằng năm vào năm 2030, ít hơn 12% tổng lượng khí thải hiện nay – mà bởi đó là điểm khởi đầu chứng minh rằng việc hợp tác toàn cầu là khả thi.

Việc nước Mỹ rút khỏi Thỏa thuận Paris vào năm 2015 – một bước đi mà Tổng thống mới đắc cử Joe Biden đã hứa sẽ đảo ngược – chỉ

càng cho thấy rằng việc duy trì các thỏa thuận toàn cầu cũng khó khăn như việc tạo ra chúng vậy.

—

Nói tóm lại: Chúng ta cần hoàn thành một mục tiêu to lớn mà mình chưa từng đạt được, với tốc độ nhanh hơn nhiều so với những gì tương tự chúng ta từng làm. Để làm được điều này, chúng ta cần đến nhiều đột phá trong khoa học và kỹ thuật. Chúng ta cần xây dựng được một sự đồng thuận hiện chưa tồn tại và tạo ra các chính sách công để thúc đẩy quá trình chuyển đổi; bằng không, quá trình này sẽ không thể thành hiện thực. Chúng ta cần một hệ thống năng lượng giữ nguyên tất cả những đặc điểm chúng ta mong đợi và loại bỏ những đặc điểm ngoài ý muốn – nói theo cách khác là thay đổi hoàn toàn, nhưng đồng thời vẫn như cũ.

Nhưng đừng tuyệt vọng. Chúng ta có thể làm được. Chúng ta có rất nhiều ý tưởng về phương thức thực hiện, một vài trong số đó hứa hẹn hơn những ý tưởng còn lại. Trong chương tiếp theo, tôi sẽ giải thích cách tôi cố gắng nhận ra chúng.

Chương 3

Năm câu hỏi trong mọi cuộc trao đổi về khí hậu

Khi bắt đầu tìm hiểu về biến đổi khí hậu, tôi liên tục gặp phải những điều khó mường tượng. Vấn đề ở đây là chúng ta rất khó hình dung ra những con số quá lớn. Ai mà biết được 51 tỉ tấn khí trông ra sao?

Một vấn đề khác nữa là dữ liệu mà tôi sử dụng thường không được đặt trong bất kỳ bối cảnh nào. Một bài báo viết rằng chương trình mua bán phát thải (một dạng hoạt động nhằm làm hạn chế lượng phát thải) tại châu Âu mỗi năm đã làm giảm 17 triệu tấn khí thải carbon của ngành hàng không. Con số 17 triệu tấn chắc chắn khiến bạn cảm thấy rất nhiều, nhưng liệu nó có thực sự vậy không? Nó chiếm bao nhiêu phần trăm tổng lượng khí thải? Bài báo không đề cập đến điều này, và thiếu sót như vậy là rất phổ biến.

Sau một thời gian, cuối cùng tôi đã xây dựng được một khung tư duy cho những điều tôi đang tìm hiểu. Nó giúp tôi phân biệt được giữa nhiều và ít, và cái giá của một điều có thể lớn đến đâu. Nó cũng giúp tôi chọn ra được những ý tưởng hứa hẹn nhất. Tôi nhận thấy rằng cách tiếp cận này tỏ ra hữu ích đối với gần như mọi chủ đề mới mà tôi đang nghiên cứu: Trước tiên, tôi cố gắng nắm bắt bức tranh toàn cảnh, vì điều ấy đem lại cho tôi bối cảnh để hiểu những thông tin mới. Tôi cũng có thể nhớ được vấn đề một cách dễ dàng hơn.

Cho đến nay, khung tư duy gồm năm câu hỏi vẫn còn tỏ ra hữu ích, dù tôi đang ở trong buổi kêu gọi vốn của một công ty năng lượng hay đang nói chuyện với một người bạn trong bữa tiệc

nướng ở sân sau. Chẳng mấy chốc, bạn có thể cũng sẽ đọc được một bài xã luận về các biện pháp giải quyết vấn đề khí hậu; và bạn chắc chắn cũng sẽ được nghe các chính trị gia trình bày kế hoạch của họ về vấn đề biến đổi khí hậu. Đây là những chủ đề phức tạp có thể gây nhầm lẫn, và khung tư duy này sẽ giúp bạn nhìn nhận rõ vấn đề.

1. CHÚNG TA ĐANG NÓI VỀ BAO NHIÊU TRONG SỐ 51 TỈ TẤN?

Bất cứ khi nào đọc được thông tin đề cập đến một lượng khí nhà kính, tôi đều làm một phép tính nhanh để quy con số đó thành tỉ lệ phần trăm của 51 tỉ tấn khí thải hằng năm. Đối với tôi, nó mang nhiều ý nghĩa hơn những so sánh khác mà bạn thường thấy, chẳng hạn như "số tấn khí thải này tương đương với việc bớt đi được một chiếc xe hơi đang lưu thông". Chúng ta không biết được ban đầu có bao nhiêu chiếc xe như vậy, hoặc cần phải bớt đi bao nhiêu chiếc để đối phó với biến đổi khí hậu.

Tôi ưa việc quy mọi thứ về với mục tiêu chính là loại bỏ 51 tỉ tấn khí thải mỗi năm. Hãy xem xét ví dụ về ngành hàng không mà tôi đã đề cập ở đầu chương này và về chương trình đã làm giảm được 17 triệu tấn khí thải mỗi năm. Hãy chia con số này cho 51 tỉ và chuyển nó thành tỉ lệ phần trăm. Mức giảm này chiếm khoảng 0,03% lượng khí thải toàn cầu hằng năm.

Đây có phải là một đóng góp có ý nghĩa không? Điều đó phụ thuộc vào đáp án của câu hỏi này: Con số đó có khả năng tăng lên không, hay nó vẫn sẽ giữ nguyên? Nếu chương trình này đang bắt đầu ở mức 17 triệu tấn nhưng có tiềm năng giảm được nhiều khí thải hơn, đó sẽ là một chuyện. Nếu nó mãi giữ nguyên ở mức 17 triệu tấn, đó sẽ lại là một chuyện khác. Thật không may, câu trả lời không phải lúc nào cũng rõ ràng. (Với tôi, câu chuyện về chương trình của ngành hàng không là không rõ ràng.) Nhưng đó vẫn là một câu hỏi quan trọng cần được đặt ra.

Tại Năng lượng Đột phá, chúng tôi chỉ tài trợ cho những công nghệ có khả năng loại bỏ ít nhất 500 triệu tấn khí thải mỗi năm nếu chúng thành công và được triển khai đầy đủ. Đó là khoảng 1% lượng khí thải toàn cầu. Những công nghệ không bao giờ có thể vượt qua mức 1% này không nên cạnh tranh với các nguồn lực hạn chế được dành cho mục tiêu hướng tới con số 0. Có thể có những lý do chính đáng khác để theo đuổi chúng, nhưng việc giảm thiểu một lượng khí thải đáng kể sẽ không phải là một trong số đó.

Có thể bạn từng nghe đến gigaton khí nhà kính. Một gigaton nghĩa là một tỉ tấn (hoặc 10^9 tấn nếu bạn thích cách viết khoa học). Tôi không cho rằng hầu hết mọi người có thể tự nhiên mà hiểu được cách viết một gigaton khí; ngoài ra, mục tiêu loại bỏ 51 gigaton nghe có vẻ dễ dàng hơn 51 tỉ tấn, mặc dù chúng chẳng có gì khác biệt. Vì vậy, tôi vẫn sẽ tiếp tục sử dụng đơn vị tỉ tấn.

Mẹo: Bất cứ khi nào được biết thông tin về một lượng khí nhà kính, hãy chuyển nó thành tỉ lệ phần trăm của 51 tỉ – tổng lượng phát thải hằng năm hiện nay trên toàn thế giới (tính theo carbon dioxit quy đổi).

2. BẠN CÓ KẾ HOẠCH GÌ CHO XI MĂNG ?

Nếu đang đề cập đến một kế hoạch toàn diện để giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu, bạn cần phải xét mọi hoạt động phát thải khí nhà kính của con người. Một số thứ, như điện và ô tô, nhận được rất nhiều sự chú ý, nhưng đó mới chỉ là sự khởi đầu. Ô tô con gây ra chưa đến một nửa tổng lượng khí thải của ngành giao thông vận tải, thứ vốn chiếm 16% tổng lượng khí thải toàn cầu.

Trong khi đó, riêng việc sản xuất thép và xi măng đã chiếm khoảng 10% tổng lượng khí thải. Vì vậy, câu hỏi "Bạn có kế hoạch gì cho xi măng?" thực chất là một lời nhắc nhở ngắn gọn, rằng nếu bạn đang cố gắng đưa ra một kế hoạch toàn diện về biến đổi khí hậu, bạn phải tính đến nhiều thứ hơn là điện và ô tô.

Dưới đây là tất cả các hoạt động phát thải ra khí nhà kính của con người. Cách phân loại này không mang tính bắt buộc, nhưng nó là cách mà tôi thấy hữu ích nhất và cũng là cách mà đội ngũ tại Năng lượng Đột phá đang sử dụng.[i]

---

[i]. Những tỉ lệ phần trăm này thể hiện lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu. Khi bạn phân loại các nguồn phát thải, một trong những câu hỏi cần đặt ra là làm thế nào để xét đến các sản phẩm tạo ra khí nhà kính cả khi chúng được sản xuất lẫn khi được sử dụng. Ví dụ, khí nhà kính được phát thải khi chúng ta tạo ra xăng từ việc lọc dầu thô, cũng như khi chúng ta đốt cháy xăng. Trong cuốn sách này, tôi sẽ nhắc đến mọi loại phát thải do sản xuất trong Chương "Cách chúng ta sản xuất" và mọi loại phát thải từ việc sử dụng sản phẩm trong các chương tương ứng. Vậy nên lọc dầu sẽ nằm trong Chương 5 "Cách chúng ta sản xuất" và đốt xăng sẽ ở trong Chương 7 "Cách chúng ta di chuyển". Những thứ như xe hơi, máy bay và tàu thủy cũng tương tự như vậy. Thép – vật liệu làm ra những phương tiện trên sẽ được nhắc đến trong Chương 5 "Cách chúng ta sản xuất", và lượng khí thải bắt nguồn từ việc đốt cháy nhiên liệu để vận hành phương tiện sẽ được tính đến trong Chương 7 "Cách chúng ta di chuyển".

Việc đạt được con số 0 đòi hỏi chúng ta phải đưa tất cả những con số trong bảng này về 0.

Hoạt động của chúng ta đã gây ra bao nhiêu khí nhà kính?	
Sản xuất (xi măng, thép, nhựa)	**31%**
Sử dụng thiết bị điện (điện)	**27%**
Nuôi trồng (thực vật, động vật)	**19%**
Di chuyển (máy bay, xe tải, tàu chở hàng)	**16%**
Giữ ấm và làm mát (hệ thống sưởi, làm mát, tủ lạnh)	**7%**

Bạn có thể cảm thấy ngạc nhiên khi biết rằng sản xuất điện chỉ chiếm hơn một phần tư tổng lượng khí thải. Tôi cũng đã rất sửng sốt khi biết được điều này: Bởi vì hầu hết các bài báo tôi đọc được về biến đổi khí hậu đều tập trung vào sản xuất điện, tôi đã cho rằng đó hẳn phải là nguyên nhân chính.

Tin tốt là mặc dù điện chỉ gây ra 27% của vấn đề, nhưng việc giải quyết nó có thể hóa giải hơn 27% thực trạng. Khi nắm trong tay nguồn điện sạch, chúng ta có thể dần rời bỏ việc việc đốt hydrocarbon để lấy năng lượng (một việc vốn làm phát thải khí carbon dioxit). Hãy nghĩ đến ô tô điện và xe buýt điện, hệ thống sưởi và làm mát bằng điện trong gia đình và cơ sở kinh doanh, cũng như việc các nhà máy sản xuất vốn tiêu tốn nhiều năng lượng giờ đây sử dụng điện thay vì khí đốt tự nhiên. Chỉ riêng điện sạch không thể giúp chúng ta đạt được mục tiêu đạt được con số 0, nhưng nó sẽ là một bước quan trọng.

Mẹo: Hãy nhớ rằng khí thải bắt nguồn từ năm hoạt động khác nhau, và chúng ta cần giải pháp cho tất cả các hoạt động này.

3. CHÚNG TA ĐANG NÓI ĐẾN BAO NHIÊU ĐIỆN?

Câu hỏi này chủ yếu xuất hiện trong các bài báo về điện năng. Bạn có thể đọc được rằng một số nhà máy điện mới sẽ sản xuất được 500 megawatt. Lượng điện đó có nhiều không? Và megawatt là gì?

Một megawatt là một triệu watt, một watt là một joule trên giây. Để tiện cho việc thảo luận, chúng ta không cần để ý quá nhiều đến định nghĩa về joule ngoài việc nắm được rằng joule là một chút năng lượng. Bạn chỉ cần nhớ rằng một watt là một chút năng lượng mỗi giây. Hãy nghĩ về nó như sau: Nếu bạn muốn đo lường

dòng nước chảy ra từ vòi, bạn có thể đếm xem có bao nhiêu cốc nước chảy ra mỗi giây. Việc đo công suất điện cũng tương tự, chỉ khác là bạn đang đo dòng điện thay vì dòng nước. Watt cũng tương đương với "số cốc trên giây".

Một watt là khá nhỏ. Một bóng đèn sợi đốt nhỏ có thể sử dụng 40 watt. Một máy sấy tóc sử dụng 1.500 watt. Một nhà máy điện có thể tạo ra hàng trăm triệu watt. Nhà máy điện lớn nhất thế giới – Đập Tam Hiệp ở Trung Quốc – có thể sản xuất 22 tỉ watt. (Hãy nhớ rằng định nghĩa của watt đã bao gồm "mỗi giây", vì vậy sẽ là sai nếu nói watt trên giây hay watt trên giờ. Watt chỉ là watt mà thôi.)

Vì điện được sản xuất và tiêu thụ theo lượng lớn, nên việc sử dụng những cách nói ngắn gọn sẽ tiện lợi hơn. Một kilowatt là một nghìn watt, một megawatt là một triệu, và một gigawatt là một tỉ. Bạn thường thấy cách viết này trong các bản tin, vì vậy, tôi cũng sẽ sử dụng nó.

Bảng sau đây cho thấy một vài phép so sánh tương đối mà tôi thường dùng để giữ suy nghĩ mạch lạc.

Lượng điện tiêu thụ là bao nhiêu?[1]	
Thế giới	**5.000 gigawatt**
Nước Mỹ	**1.000 gigawatt**
Thành phố cỡ trung	**1 gigawatt**
Thị trấn nhỏ	**1 megawatt**
Một hộ gia đình thông thường tại Mỹ	**1 kilowatt**

Chắc chắn lượng điện tiêu thụ sẽ có sự biến thiên trong ngày và trong năm, chứ không chính xác như trong danh mục trên. Một số hộ gia đình sử dụng nhiều điện hơn những hộ khác. Thành phố New York sử dụng hơn 12 gigawatt, tùy thuộc vào mùa; thành phố Tokyo, với dân số đông hơn New York, trung bình cần khoảng 23 gigawatt điện, nhưng có thể cần hơn 50 gigawatt vào thời gian cao điểm trong mùa hè.

Hãy giả sử bạn muốn cung cấp năng lượng cho một thành phố cỡ trung và thành phố này cần một gigawatt điện. Liệu bạn có thể chỉ xây một nhà máy điện có sản lượng một gigawatt và dám chắc rằng nó sẽ cung cấp đầy đủ điện cho thành phố đó? Không hẳn. Câu trả lời phụ thuộc vào việc nguồn điện của bạn là gì, một số

nguồn có mức ổn định kém hơn so với những nguồn khác.

Một nhà máy điện hạt nhân sẽ hoạt động 24 giờ một ngày và chỉ ngừng hoạt động để bảo trì và tiếp nhiên liệu. Nhưng không phải lúc nào gió cũng thổi và Mặt Trời cũng chiếu sáng, vì vậy công suất hiệu quả của các nhà máy điện hoạt động bằng sức gió và tấm quang điện có thể chỉ ở mức 30% hoặc thấp hơn. Trung bình, chúng sẽ tạo ra 30% số gigawatt mà bạn cần. Điều đó có nghĩa là bạn sẽ cần bổ sung thêm nguồn điện khác để cung cấp một gigawatt điện theo cách ổn định.

Mẹo: Bất cứ khi nào bạn nghe thấy "kilowatt", hãy nghĩ đến "hộ gia đình". Với "gigawatt", hãy nghĩ đến "thành phố". Còn từ một trăm gigawatt trở lên, hãy nghĩ đến "một đất nước lớn".

4. BẠN CẦN BAO NHIÊU DIỆN TÍCH?

Một số nguồn điện đòi hỏi nhiều không gian hơn những nguồn khác. Điều này là quan trọng vì một lý do rõ ràng, đó là lượng đất và nước mà chúng ta sử dụng là hữu hạn. Đất không phải là yếu tố duy nhất nên được xem xét, nhưng nó là một yếu tố quan trọng và cần được quan tâm nhiều hơn.

Mật độ công suất sẽ được sử dụng trong trường hợp này. Nó cho bạn biết lượng điện thu được từ các nguồn khác nhau với một lượng đất nhất định (hoặc nước, nếu bạn đang xét đến việc đặt tua-bin gió ở đại dương). Nó được đo bằng watt trên mét vuông. Dưới đây là một số ví dụ:

Chúng ta có thể sản xuất bao nhiêu điện trên mỗi mét vuông?

Nguồn năng lượng	**Watt trên mét vuông**
Nhiên liệu hóa thạch	**500-10.000**
Năng lượng hạt nhân	**500-1.000**
Năng lượng Mặt Trời*	**5-20**
Năng lượng gió	**1-2**
Gỗ và các nguồn năng lượng sinh khối khác	**Dưới 1**

*Theo lý thuyết, mật độ công suất của năng lượng Mặt Trời có thể đạt 100 watt trên mét vuông, mặc dù chúng ta chưa từng đạt được mức này trên thực tế.

Hãy để ý rằng mật độ công suất của năng lượng Mặt Trời cao hơn đáng kể so với năng lượng gió. Trong trường hợp các yếu tố khác là tương tự, việc sản xuất năng lượng gió sẽ tốn diện tích đất lớn hơn nhiều. Nhưng điều này không nói lên rằng năng lượng gió là xấu và năng lượng Mặt Trời là tốt. Nó chỉ có nghĩa là các loại năng lượng này cần đến những điều kiện khác nhau và những điều kiện ấy nên được quan tâm.

Mẹo: Nếu ai đó nói với bạn rằng một số nguồn năng lượng (gió, Mặt Trời, hạt nhân…) có thể cung cấp toàn bộ năng lượng mà thế giới cần, hãy tìm hiểu xem chúng ta cần bao nhiêu đất để sản xuất ra số năng lượng đó.

5. CHI PHÍ CHO VIỆC NÀY LÀ BAO NHIÊU?

Nguyên nhân thế giới thải ra nhiều khí nhà kính đến vậy là do, xét trên mọi khía cạnh, những công nghệ sản xuất năng lượng mà chúng ta đang sử dụng hiện là thứ rẻ nhất – miễn là chúng ta không màng đến những thiệt hại lâu dài của chúng. Vì vậy, việc chuyển dịch nền kinh tế năng lượng khổng lồ từ các công nghệ "bẩn" và làm phát sinh carbon sang những công nghệ không phát thải sẽ dẫn đến nhiều tốn kém.

Nhưng chúng ta phải chi trả bao nhiêu? Trong một số trường hợp, sự khác biệt có thể được định giá trực tiếp. Nếu năng lượng "bẩn" và năng lượng sạch được sử dụng để cấp năng lượng cho những thứ về cơ bản là giống nhau, những gì chúng ta cần làm chỉ là so sánh giá cả.

Hầu hết các giải pháp không carbon này đều đắt hơn so với việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Một phần là do giá nhiên liệu hóa thạch không phản ánh những thiệt hại về môi trường mà chúng gây ra, vì vậy chúng có vẻ rẻ hơn so với các loại nhiên liệu thay thế. (Tôi sẽ nói thêm về thách thức đối với việc định giá carbon trong Chương 10). Tôi gọi những khoản chi trả tăng thêm khi lựa chọn năng lượng sạch là Chi phí Xanh (Green Premiums).[i]

---

[i]. *Tôi đã tham khảo ý kiến của nhiều người về Chi phí Xanh, bao gồm cả các chuyên gia tại Rhodium Group, Evolved Energy Research và nhà nghiên cứu khí hậu, Tiến sĩ Ken Caldeira. Để biết thêm thông tin về cách tính Chi phí Xanh trong cuốn sách này, hãy truy cập địa chỉ breakthroughenergy.org.*

Trong mọi cuộc trò chuyện về biến đổi khí hậu, tôi luôn nghĩ đến Chi phí Xanh. Tôi sẽ nhắc đến khái niệm này nhiều lần cuốn sách

này, vì vậy, tôi muốn dành một chút thời gian để giải thích ý nghĩa của nó.

Không tồn tại duy nhất một Chi phí Xanh. Chúng ta có một số Chi phí Xanh cho điện, một số cho các loại nhiên liệu, một số khác cho xi măng… Mức độ của Chi phí Xanh phụ thuộc vào thứ bạn đang thay thế và thứ bạn sử dụng để thay thế nó. Chẳng hạn, chi phí của nhiên liệu máy bay phản lực không carbon là khác so với chi phí của điện sản xuất từ năng lượng Mặt Trời. Tôi sẽ nêu ra một ví dụ về cách hoạt động của Chi phí Xanh trên thực tế.

Giá bán lẻ trung bình cho một lít nhiên liệu máy bay phản lực ở nước Mỹ trong vài năm qua là 0,59 đô-la. Nhiên liệu sinh học tiên tiến cho máy bay phản lực, nếu có sẵn, sẽ có giá trung bình là 1,42 đô-la cho mỗi lít. Trong trường hợp này, Chi phí Xanh cho nhiên liệu không carbon là sự chênh lệch giữa hai mức giá này, tức là 0,83 đô-la. Đó là một khoản trội lên đến 140%. (Tôi sẽ giải thích chi tiết trong Chương 7.)

Trong một số trường hợp hiếm hoi, Chi phí Xanh có thể là số âm; điều này nghĩa là việc bảo vệ môi trường có thể *rẻ hơn* so với việc tiếp tục sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Ví dụ, tùy thuộc vào nơi sống, bạn có thể tiết kiệm tiền bằng cách thay thế lò sưởi sử dụng khí đốt tự nhiên và máy điều hòa không khí bằng máy bơm nhiệt chạy điện. Tại Oakland, điều này sẽ giúp bạn tiết kiệm 14% chi phí sưởi ấm và làm mát, trong khi ở Houston, mức tiết kiệm lên tới 17%.

Bạn có thể cho rằng công nghệ với Chi phí Xanh ở mức âm đã được sử dụng trên toàn thế giới. Nhìn chung đúng là như vậy, nhưng thường có độ trễ giữa sự ra đời của một công nghệ mới và việc đưa nó vào đời sống – đặc biệt là đối với những thứ chúng ta không thay thế thường xuyên, ví dụ như lò sưởi trong nhà.

Một khi đã tính được mức Chi phí Xanh cho tất cả các lựa chọn không carbon quan trọng, bạn có thể bắt đầu cuộc trò chuyện nghiêm túc về sự đánh đổi. Chúng ta sẵn sàng chi trả bao nhiêu để bảo vệ môi trường? Liệu chúng ta có mua loại nhiên liệu sinh học tiên tiến đắt gấp đôi nhiên liệu máy bay không? Liệu chúng ta có mua loại xi măng thân thiện với môi trường và đắt gấp đôi loại thông thường không?

Nhân tiện, khi đặt ra câu hỏi "Chúng ta sẵn sàng trả bao nhiêu?", tôi muốn nhắc đến "chúng ta" trên phương diện toàn cầu. Vấn đề không chỉ là người Mỹ và người châu Âu có thể chi trả được bao

nhiêu. Hãy tưởng tượng một mức Chi phí Xanh ở mức nước Mỹ có thể sẵn sàng chi trả, nhưng các đất nước như Ấn Độ, Trung Quốc, Nigeria và Mexico thì không. Chi phí tăng thêm cần phải thấp đến mức tất cả mọi người đều có thể loại trừ carbon.

Phải thừa nhận rằng Chi phí Xanh là một thứ luôn thay đổi. Chúng ta cần rất nhiều giả định để ước tính chúng; trong cuốn sách này, tôi đã đưa ra những giả định mà mình cho là hợp lý, nhưng những người khác sẽ đưa ra giả định của riêng họ và đi đến những con số khác nhau. Điều quan trọng hơn số chi phí cụ thể là việc biết được liệu một công nghệ xanh có thể rẻ bằng nhiên liệu hóa thạch mà nó có khả năng thay thế không, và với những công nghệ chưa đạt được mức giá đó, chúng ta cần suy nghĩ về những cải tiến để hạ thấp giá thành.

Tôi hi vọng khái niệm Chi phí Xanh trong cuốn sách này sẽ là khởi đầu cho một cuộc trao đổi lâu dài hơn về những gì chúng ta cần bỏ ra để đạt được con số 0. Tôi hi vọng những người khác sẽ tự tính toán mức chi phí tăng thêm, và tôi đặc biệt vui mừng khi được biết một vài trong số đó không cao như tôi nghĩ. Những Chi phí Xanh tôi đã tính toán trong cuốn sách này chưa phải là một công cụ hoàn hảo để so sánh chi phí, nhưng như vậy vẫn tốt hơn việc chúng ta không có công cụ nào trong tay.

Đặc biệt, Chi phí Xanh là một góc nhìn rất tốt để đưa ra quyết định. Nó giúp chúng ta tận dụng tốt thời gian, sự chú tâm và tiền bạc của mình. Khi xem xét tất cả những mức chi phí tăng thêm, chúng ta có thể quyết định liệu những giải pháp không carbon nào nên được triển khai vào lúc này, và chúng ta cần theo đuổi sự đột phá ở những mảng nào do các giải pháp thay thế xanh cho chúng là không đủ rẻ. Nó giúp ta trả lời những câu hỏi như:

Chúng ta nên triển khai những phương án không carbon nào ở thời điểm hiện tại?

Trả lời: Những phương án có mức Chi phí Xanh thấp, hoặc mức Chi phí Xanh bằng không. Nếu các giải pháp này vẫn chưa được triển khai, vậy thì đây là dấu hiệu cho thấy rào cản không nằm ở chi phí. Một yếu tố khác – ví dụ như chính sách công lỗi thời hoặc sự thiếu nhận thức – đang ngăn cản chúng ta các phương án này trên quy mô lớn.

Chúng ta cần tập trung hướng các nguồn tài trợ cho nghiên cứu và phát triển, các nhà đầu tư ban đầu và các nhà phát minh giỏi nhất vào đâu?

Trả lời: Vào bất cứ mảng nào chúng ta xác định được rằng Chi phí Xanh đang quá cao. Đó là nơi mà chi phí tăng thêm để bảo vệ môi trường đang ngăn cản việc loại trừ carbon và là nơi chứa đựng cơ hội phát triển cho những công nghệ, công ty và sản phẩm mới có thể khiến giá cả trở nên phải chăng. Các quốc gia xuất sắc trong việc nghiên cứu và phát triển có thể tạo ra các sản phẩm mới, hạ thấp giá thành và xuất khẩu chúng đến những nơi không thể gánh được Chi phí Xanh. Khi đó, sẽ không ai phải tranh luận về việc liệu mọi quốc gia có đang làm phần việc của mình để ngăn chặn một thảm họa khí hậu không; thay vào đó, các quốc gia và công ty sẽ chạy đua để tạo ra và tiếp thị những cải tiến có giá cả phải chăng để giúp thế giới đạt được con số 0.

Còn một lợi ích cuối cùng mà khái niệm Chi phí Xanh mang lại: Nó có thể được sử dụng như một hệ thống đo lường để chỉ ra những tiến bộ chúng ta đang đạt được trong việc ngăn chặn biến đổi khí hậu.

Đối với khía cạnh này, Chi phí Xanh khiến tôi nhớ về một vấn đề mà Melinda và tôi gặp phải khi chúng tôi mới đi những bước đầu tiên trong lĩnh vực y tế toàn cầu. Các chuyên gia có thể cho chúng tôi biết có bao nhiêu trẻ em tử vong trên khắp thế giới mỗi năm, nhưng họ không thể cho chúng tôi biết nhiều về nguyên nhân gây ra những cái chết đó. Chúng tôi biết rằng một số trẻ đã chết vì tiêu chảy, nhưng không biết nguyên nhân gốc rễ gây ra bệnh tiêu chảy là gì. Làm sao chúng ta có thể biết những thay đổi nào có thể cứu được những đứa trẻ nếu chúng ta không biết nguyên nhân gây ra cái chết?

Vì vậy, khi làm việc với các đối tác trên khắp thế giới, chúng tôi đã tài trợ cho nhiều nghiên cứu khác nhau để tìm ra nguyên nhân gây tử vong ở trẻ em. Cuối cùng, chúng tôi đã có thể theo dõi các trường hợp tử vong với nhiều thông tin chi tiết hơn, và các dữ liệu này chỉ ra con đường dẫn đến những bước đột phá lớn. Chẳng hạn như khi chúng tôi nhận thấy rằng bệnh viêm phổi là nguyên nhân dẫn đến một số lượng lớn trẻ em tử vong mỗi năm. Mặc dù đã có vắc-xin phòng bệnh phổi, nhưng nó đắt đến mức các nước nghèo không nhập về. (Họ có rất ít động lực để làm vậy vì họ không biết có bao nhiêu trẻ em chết vì căn bệnh này). Tuy nhiên, khi có trong tay dữ liệu này – và khi các nhà tài trợ đồng ý hỗ trợ phần lớn chi phí – họ bắt đầu đưa loại vắc-xin này vào các chương trình y tế, và cuối cùng chúng tôi đã có thể tài trợ cho một loại vắc-xin rẻ hơn nhiều và hiện nó đang được sử dụng ở nhiều quốc gia trên thế giới.

Chi phí Xanh có thể làm được điều tương tự đối với phát thải khí nhà kính. Khoản chi phí tăng thêm sẽ cho chúng ta hiểu biết sâu hơn so với số liệu thô về lượng khí thải, thứ vốn chỉ cho thấy chúng ta còn cách con số 0 bao xa, nhưng không cho biết công cuộc đạt đến mục tiêu sẽ khó khăn như thế nào. Chúng ta sẽ phải chi trả bao nhiêu cho việc sử dụng các phương pháp không phát thải carbon sẵn có? Những cải tiến nào sẽ có tác động lớn nhất đến lượng phát thải? Chi phí Xanh sẽ trả lời những câu hỏi này, đo lường mức chi phí để đạt được con số 0 của từng ngành và nêu bật những mảng cần được đổi mới – giống như việc dữ liệu đã cho thấy rằng chúng tôi cần tạo ra một cú hích lớn trong việc sử dụng vắc-xin phòng bệnh viêm phổi.

Trong một số trường hợp, chẳng hạn như ví dụ về nhiên liệu máy bay mà tôi đã đề cập ở trên, cách tiếp cận trực tiếp để tính toán mức Chi phí Xanh rất đơn giản. Nhưng khi áp dụng nó rộng rãi hơn, chúng ta gặp phải một vấn đề: Chúng ta hiện không có sản phẩm xanh thay thế đối với mọi trường hợp. Không có thứ gì gọi là xi măng không carbon cả (ít nhất là chưa có). Làm thế nào để chúng ta biết được chi phí của một giải pháp xanh trong những trường hợp đó?

Chúng ta có thể làm điều trên bằng cách tiến hành một thử nghiệm trong tưởng tượng. “Chúng ta cần chi trả bao nhiêu nếu muốn trực tiếp hút carbon ra khỏi bầu khí quyển?” Ý tưởng đó đã được đặt tên; nó được gọi là thu khí trực tiếp – viết tắt là DAC. (Nói ngắn gọn, khi sử dụng DAC, bạn sẽ thổi không khí qua một thiết bị hấp thụ carbon dioxit, lượng khí này sau đó sẽ được lưu trữ.) DAC là một công nghệ đắt tiền và phần lớn vẫn chưa được chứng minh về tính hiệu quả, nhưng nếu có thể được triển khai trên quy mô lớn, nó sẽ cho phép chúng ta thu hồi carbon dioxit, bất kể nó được thải ra tại đâu và lúc nào. Cơ sở DAC duy nhất hiện hoạt động tại Thụy Sĩ đang hấp thụ lượng khí có lẽ được thải ra từ một nhà máy điện than tại Texas vào mười năm trước.

Để tìm ra mức chi phí tiêu tốn cho giải pháp này, chúng ta chỉ cần hai dữ liệu: lượng khí thải toàn cầu và chi phí cho việc thu hồi khí thải bằng công nghệ DAC.

Chúng ta đã biết lượng khí thải toàn cầu là 51 tỉ tấn mỗi năm. Chi phí để loại bỏ một tấn carbon vẫn chưa chưa được xác định chính xác, nhưng mức thấp nhất là 200 đô-la cho mỗi tấn. Với một vài sự cải tiến, tôi cho rằng chúng ta có thể mong đợi một cách thực tế rằng nó sẽ giảm xuống 100 đô-la mỗi tấn; đây là con số tôi sẽ sử dụng.

Giờ chúng ta có phương trình sau:

51 tỉ tấn/năm x 100 đô-la/tấn = 5,1 nghìn tỉ đô-la/năm

Nói cách khác, việc sử dụng phương pháp DAC để giải quyết vấn đề khí hậu sẽ tiêu tốn ít nhất 5,1 nghìn tỉ đô-la mỗi năm, cho đến khi chúng ta chấm dứt việc tạo ra khí thải. Con số này bằng khoảng 6% nền kinh tế thế giới. (Đó là một con số khổng lồ, mặc dù công nghệ DAC giả định này thực chất sẽ rẻ hơn nhiều so với phí tổn của việc cố gắng giảm lượng khí thải bằng cách tạm dừng các nhóm ngành kinh tế, như chúng ta đã làm trong đại dịch COVID-19. Theo dữ liệu từ Rhodium Group, chi phí để giảm thiểu mỗi tấn khí thải đối với nền kinh tế của nước Mỹ là từ 2.600 đến 3.300 đô-la.[2] Ở Liên minh châu Âu, con số này là hơn 4.000 đô-la/tấn. Nói cách khác, chi phí này là gấp từ 25 đến 40 lần so với con số 100 đô-la/tấn mà chúng ta hi vọng sẽ đạt được vào một ngày nào đó.)

Như tôi đã đề cập, hướng tiếp cận sử dụng DAC thực sự chỉ là thử nghiệm trong tưởng tượng. Trên thực tế, công nghệ sử dụng cho DAC vẫn chưa sẵn sàng để được triển khai trên quy mô toàn cầu, và ngay cả khi nó đã sẵn sàng, DAC sẽ là một phương pháp cực kỳ kém hiệu quả để giải quyết vấn đề carbon trên toàn cầu. Chúng ta không biết rõ liệu việc lưu trữ hàng trăm tỉ tấn carbon một cách an toàn có khả thi không. Chúng ta cũng không có phương thức thực tế nào để thu được 5,1 nghìn tỉ đô-la mỗi năm hay đảm bảo rằng tất cả các bên đều chi trả phần của mình (và ngay cả việc xác định mức đóng góp của mỗi bên cũng đã là một cuộc đấu tranh chính trị lớn). Chúng ta sẽ cần phải xây dựng hơn 50.000 cơ sở DAC trên khắp thế giới chỉ để xử lý lượng phát thải hiện tại. Không chỉ vậy, DAC không có hiệu quả đối với khí methane hay các khí nhà kính khác, nó chỉ có tác dụng đối với carbon dioxit. Và nó có lẽ là giải pháp đắt tiền nhất; trong nhiều trường hợp, sẽ là rẻ hơn nếu ngay từ đầu chúng ta không phát thải khí nhà kính.

Ngay cả khi DAC cuối cùng cũng có thể được triển khai trên quy mô toàn cầu – hãy nhớ rằng tôi là một người lạc quan khi nói đến công nghệ – nó gần như chắc chắn không thể được phát triển và triển khai đủ nhanh để ngăn chặn những tác hại nghiêm trọng đến môi trường. Thật không may, chúng ta không thể chỉ trông chờ vào sự cứu giúp đến từ một công nghệ trong tương lai như DAC. Chúng ta phải bắt đầu tự cứu lấy mình ngay từ ngày hôm nay.

Mẹo: Hãy nghĩ đến Chi phí Xanh và đặt ra câu hỏi liệu nó có đủ thấp

đối với các quốc gia có thu nhập trung bình không.

—

Dưới đây là phần tóm tắt của cả năm mẹo:

1. Quy đổi tấn khí thải thành tỉ lệ phần trăm của 51 tỉ.

2. Hãy nhớ rằng chúng ta cần tìm giải pháp cho cả năm hoạt động tạo ra khí thải: sản xuất, sử dụng thiết bị điện, nuôi trồng, di chuyển, giữ ấm và làm mát.

3. Kilowatt = nhà. Gigawatt = thành phố cỡ trung. Hàng trăm gigawatt = đất nước lớn và giàu có.

4. Cân nhắc xem bạn sẽ cần bao nhiêu đất.

5. Hãy nghĩ đến Chi phí Xanh và đặt ra câu hỏi liệu nó có đủ thấp đối với các quốc gia có thu nhập trung bình không.

Chương 4

Cách chúng ta sử dụng thiết bị điện

27% của 51 tỉ tấn mỗi năm

Chúng ta yêu thích điện, nhưng hầu hết chúng ta không nhận ra điều đó. Điện luôn có sẵn, luôn đảm bảo hoạt động liên tục của đèn đường, máy điều hòa không khí, máy tính và tivi. Nó cấp năng lượng cho tất cả hoạt động công nghiệp mà hầu hết chúng ta đều không muốn nghĩ đến. Nhưng, như đôi khi vẫn xảy ra trong cuộc sống, chúng ta không nhận ra ý nghĩa của điện năng cho đến khi nó biến mất. Tại nước Mỹ, tình trạng mất điện hiếm gặp đến mức ký ức về lần mắc kẹt trong thang máy do mất điện cách đây cả chục năm vẫn còn rõ ràng trong trí nhớ của nhiều người.

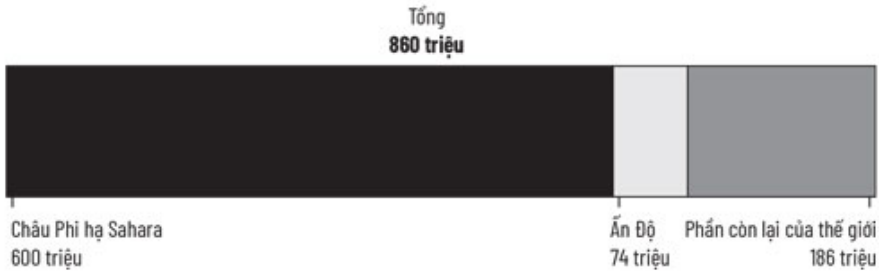
Không phải lúc nào tôi cũng nhận thức được mức độ phụ thuộc vào điện của chúng ta, nhưng qua nhiều năm, tôi dần dần hiểu được tầm quan trọng của nó. Và tôi thực sự trân trọng những gì tạo nên điều kỳ diệu này. Trên thực tế, công bằng mà nói thì tôi cảm thấy kinh ngạc trước tất cả những cơ sở hạ tầng giúp cho điện trở nên rẻ tiền, sẵn có và ổn định đến vậy. Thật kỳ diệu khi tại gần như mọi nơi trên một quốc gia giàu có, bạn chỉ cần bật công tắc và đèn sẽ được phát sáng với cái giá chỉ bằng một phần nhỏ của một cent. Thật vậy: Tại nước Mỹ, một giờ chiếu sáng của một bóng đèn 40 watt tiêu tốn của bạn khoảng nửa cent.

Tôi không phải là người duy nhất trong gia đình có suy nghĩ như vậy về điện năng: Tôi và con trai mình là Rory từng đến tham quan các nhà máy điện để tìm hiểu cách chúng hoạt động.

Sau chuyến du lịch gia đình tới núi lửa Þríhnúkagígur tại Iceland vào năm 2015, Rory và tôi đã đến thăm nhà máy điện địa nhiệt gần đó.[1]

Tôi rất mừng vì mình đã dành nhiều thời gian để tìm hiểu về điện năng. Một trong những lý do là bởi nó chính là một hoạt động cha-con tuyệt vời. (Thật sự là vậy.) Bên cạnh đó, việc tìm ra cách để có được mọi lợi ích của một nguồn điện giá rẻ, ổn định, đồng thời không phát thải ra khí nhà kính là điều quan trọng nhất mà chúng ta cần làm để tránh khỏi thảm họa khí hậu. Một phần do sản xuất điện là nguyên nhân quan trọng gây nên biến đổi khí hậu, và cũng vì nếu chúng ta sản xuất được điện không carbon, chúng ta có thể sử dụng nó để hỗ trợ quá trình loại bỏ carbon khỏi nhiều hoạt động khác, chẳng hạn như việc di chuyển và sản xuất. Phần năng lượng mà chúng ta mất đi do ngừng sử dụng than, khí đốt tự nhiên và dầu mỏ phải được bù lại bằng nguồn khác, và nó sẽ phần lớn đến từ điện sạch. Đây là lý do vì sao tôi đề cập đến điện trước tiên, mặc dù hoạt động sản xuất tạo ra nhiều khí thải hơn.

Thêm vào đó, số người được tiếp cận và sử dụng điện cần tăng lên hơn nữa. Tại khu vực châu Phi hạ Sahara, chưa đến một nửa dân số có được nguồn điện ổn định tại nhà. Và nếu bạn hoàn toàn không thể tiếp cận với điện, ngay cả một việc tưởng chừng đơn giản như sạc điện thoại di động cũng trở nên khó khăn và tốn kém. Bạn sẽ phải đi bộ đến một cửa hàng và trả 25 cent hoặc hơn chỉ để cắm sạc – đắt hơn hàng trăm lần so với những gì mà người dân tại các nước phát triển cần bỏ ra.



860 triệu người không được tiếp cận ổn định với nguồn điện. Chưa đến một nửa số dân ở vùng châu Phi hạ Sahara có thể sử dụng điện. (Cơ quan Năng lượng Quốc tế)[2]

Tôi không nghĩ rằng hầu hết mọi người sẽ cảm thấy thích thú về lưới điện và máy biến áp như tôi. (Thậm chí tôi có thể nhận ra rằng một người hẳn phải là mọt sách mới có thể viết được câu "Tôi cảm thấy kinh ngạc trước cơ sở hạ tầng".) Nhưng tôi cho rằng nếu để tâm đến những yếu tố cần thiết để cung cấp các dịch vụ vốn được mặc định coi là sẵn có, mọi người sẽ trân trọng chúng hơn. Và họ sẽ nhận ra rằng không một ai muốn từ bỏ chúng. Bất kỳ phương pháp nào chúng ta sử dụng để sản xuất điện không carbon trong tương lai đều sẽ phải đáng tin cậy và gần như có giá bằng với những phương pháp chúng ta sử dụng hiện nay.

Trong chương này, tôi muốn giải thích những yếu tố cần thiết để giữ lại những đặc điểm chúng ta mong muốn từ điện (một nguồn năng lượng rẻ tiền và luôn sẵn có), đồng thời đem nó đến với nhiều người hơn nữa, nhưng lại không làm phát thải carbon.

Câu chuyện bắt đầu với việc chúng ta đến với thực tại như thế nào và tương lai chúng ta sẽ hướng đến đâu.

—

Với mức độ phổ biến hiện nay của điện, thật dễ dàng để quên rằng nó chỉ mới trở thành một yếu tố quan trọng trong cuộc sống của hầu hết người Mỹ vào những thập niên đầu của thế kỷ XX. Và vào thời kỳ ban đầu, nguồn điện chính không phải là bất kỳ thứ gì mà chúng ta nghĩ đến vào ngày nay, chẳng hạn như than đá, dầu mỏ hay khí đốt tự nhiên. Đó là nước, dưới dạng thủy điện.

Thủy điện có rất nhiều lợi ích – nó tương đối rẻ – nhưng nó cũng có một số khuyết điểm lớn. Hồ chứa sẽ thế chỗ cộng đồng địa phương và sinh vật hoang dã. Khi đất ngập nước và đất đó chứa nhiều carbon, chất này sẽ biến thành methane và đi vào khí

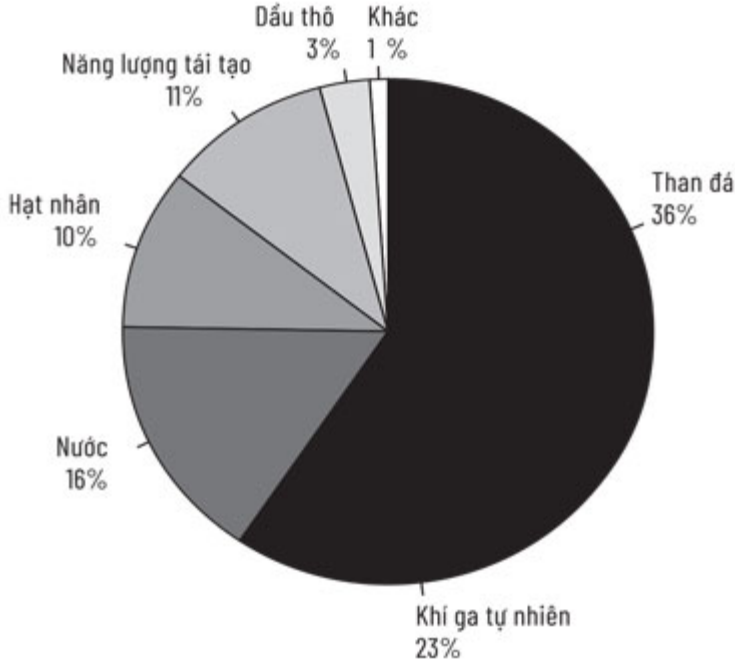
quyền[3] – đó là lý do tại sao các nghiên cứu chỉ ra rằng, tùy thuộc vào nơi xây dựng, một con đập thực sự có thể là một nguồn phát thải khí nhà kính tồi tệ trong từ 50 đến 100 năm trước khi việc sử dụng thủy điện bù lại được toàn bộ lượng methane mà nó thải ra.[i] Hơn nữa, lượng điện sản xuất được còn phụ thuộc vào mùa, bởi vì bạn đang phụ thuộc vào các dòng sông và suối, và lượng nước của chúng lại phụ thuộc vào mưa. Và, tất nhiên, đập thủy điện không thể di chuyển. Bạn bắt buộc phải xây dựng con đập tại nơi có sông.

---

[i]. Những tính toán này được rút ra từ việc đánh giá vòng đời của các con đập. Đánh giá vòng đời là một lĩnh vực thú vị liên quan đến việc ghi lại toàn bộ lượng khí nhà kính mà một sản phẩm nhất định thải ra, từ khi nó được sản xuất cho đến lúc kết thúc vòng đời. Những đánh giá này là một phương pháp hữu ích để phân tích tác động đối với khí hậu của các loại công nghệ khác nhau. Tuy nhiên chúng khá phức tạp, nên trong cuốn sách này, tôi sẽ tập trung vào phát thải trực tiếp, một chủ đề dễ giải thích hơn và thường dẫn đến cùng một kết luận.

Nhiên liệu hóa thạch không có hạn chế đó. Bạn có thể khai thác than, dầu hoặc khí đốt tự nhiên từ lòng đất và đưa chúng tới nhà máy điện, nơi bạn đốt cháy những nhiên liệu này, đun sôi nước bằng nhiệt lượng sinh ra và để hơi nước từ nước sôi làm quay tua-bin tạo điện.

Nhờ vào những lợi thế này, nhiên liệu hóa thạch đã giúp chúng ta đáp ứng đầy đủ nhu cầu điện tăng vọt tại nước Mỹ sau Thế chiến II. Chúng đem lại phần lớn công suất điện tăng thêm mà chúng ta tạo ra được trong nửa sau của thế kỷ XX – khoảng 700 gigawatt, nhiều gấp gần 60 lần so với những gì chúng ta có trước chiến tranh.



Đáp ứng toàn bộ nhu cầu điện trên toàn thế giới là một việc không hề dễ dàng. Ở thời điểm hiện tại, nhiên liệu hóa thạch tạo ra hai phần ba tổng sản lượng điện trên toàn thế giới. (bp Statistical Review of World Energy 2020)[4]

Theo thời gian, điện đã trở nên vô cùng rẻ. Một nghiên cứu chỉ ra rằng, so với năm 1900, giá điện vào năm 2000 đã dễ chi trả hơn ít nhất 200 lần.[5] Ngày nay, nước Mỹ chỉ tốn 2% GDP vào điện năng, một mức thấp đến bất ngờ nếu xét đến sự phụ thuộc của chúng ta vào nó.

Điện rẻ đến vậy chủ yếu là do nhiên liệu hóa thạch có giá thấp. Chúng có trữ lượng dồi dào, và chúng ta đã phát triển được những phương thức tốt hơn và hiệu quả hơn để khai thác và biến chúng thành điện. Chính phủ cũng có những nỗ lực đáng kể để giữ giá nhiên liệu hóa thạch ở mức thấp và thúc đẩy hoạt động khai thác.

Genuine Connellsville Coke
Process of Manufacturing Coke at the Works of the
H.C.FRICK COKE COMPANY.
CONNELLSVILLE COKE REGION PENNA
POST OFFICE, PITTSBURGH PA.

Tờ rơi này có hình của một nhà máy than tại Connellsville, Pennsylvania vào những năm 1900.[6]

Tại nước Mỹ, việc này đã được thực hiện kể từ những ngày đầu tiên của nền Cộng hòa: Quốc hội ban hành mức thuế bảo hộ đầu tiên đối với than nhập khẩu vào năm 1789. Vào đầu những năm 1800, nhận thức được tầm quan trọng của than đối với ngành đường sắt, các bang bắt đầu miễn trừ một số loại thuế cho loại nhiên liệu này và khuyến khích sản xuất than. Sau khi thuế thu nhập doanh nghiệp được thiết lập vào năm 1913, các nhà sản xuất dầu khí có quyền khấu trừ một số chi phí, bao gồm cả chi phí khoan dầu. Nhìn chung, các khoản không phải nộp thuế này tương đương với việc 42 tỉ đô-la (tính theo giá trị đồng đô-la hiện nay) đã được sử dụng để hỗ trợ cho các công ty khai thác than và khí đốt tự nhiên từ năm 1950 đến năm 1978, và cho đến nay, việc này vẫn còn nằm trong quy định.[7] Ngoài ra, các công ty khai thác than và khí đốt còn được hưởng lợi từ các điều khoản cho thuê đất liên bang có nhiều ưu đãi.

Và không chỉ riêng nước Mỹ. Hầu hết các quốc gia đều có những phương thức khác nhau để giữ cho giá nhiên liệu hóa thạch ở mức thấp.[8] Cơ quan Năng lượng Quốc tế ước tính rằng mức trợ cấp của chính phủ cho việc tiêu thụ nhiên liệu hóa thạch đã lên tới 400 tỉ đô- la vào năm 2018. Điều này giải thích cho việc tại sao chúng vẫn luôn đóng góp ổn định vào nguồn cung điện của chúng ta. Tỉ

trọng năng lượng toàn cầu từ việc đốt than (khoảng 40%) đã không thay đổi trong vòng 30 năm. Tổng tỉ trọng của dầu mỏ và khí đốt tự nhiên đã dao động quanh mức 26% trong ba thập niên. Gộp tất cả, nhiên liệu hóa thạch cung cấp hai phần ba lượng điện trên toàn thế giới. Trong khi đó, năng lượng Mặt Trời và gió chỉ chiếm 7%.

Tính đến giữa năm 2019, tổng công suất của các nhà máy điện than được xây dựng trên khắp thế giới là vào khoảng 236 gigawatt; than và khí đốt tự nhiên hiện là nhiên liệu được lựa chọn ở các nước đang phát triển, nơi có nhu cầu tăng vọt trong vài thập niên qua. Từ năm 2000 đến năm 2018, lượng điện than mà Trung Quốc sử dụng đã tăng gấp ba lần. Lượng này còn lớn hơn mức công suất của Mỹ, Mexico và Canada cộng lại!

Liệu chúng ta có thể xoay chuyển tình thế và tạo ra toàn bộ lượng điện cần thiết mà không làm phát thải khí nhà kính?

Câu trả lời phụ thuộc vào việc "chúng ta" là ai. Nước Mỹ có khả năng ấy, với các chính sách phù hợp để phát triển năng lượng gió và năng lượng Mặt Trời, cùng một sự thúc đẩy lớn dành cho những đổi mới cụ thể. Nhưng liệu cả thế giới có thể sử dụng điện không carbon? Điều này sẽ khó hơn nhiều.

—

Hãy bắt đầu với Chi phí Xanh đối với điện tại nước Mỹ. Thực ra, chúng ta có tin tốt: Nước Mỹ có thể loại bỏ lượng phát thải của mình với mức Chi phí Xanh vừa phải.

Trong trường hợp của điện, Chi phí Xanh sẽ là chi phí tăng thêm để cung cấp toàn bộ lượng điện cần thiết bằng các nguồn không phát thải, bao gồm gió, năng lượng Mặt Trời, điện hạt nhân, cũng như các nhà máy than và khí đốt tự nhiên được trang bị công nghệ thu hồi lượng carbon mà chúng tạo ra. (Hãy nhớ rằng mục tiêu không phải là chỉ sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo như gió và Mặt Trời; mục tiêu ở đây là không phát thải. Đó là lý do tại sao tôi đưa ra cả những lựa chọn không phát thải carbon khác.)

Vậy mức chi phí tăng thêm là bao nhiêu? Việc thay đổi toàn bộ hệ thống điện của nước Mỹ sang các nguồn không carbon sẽ làm tăng giá bán lẻ trung bình từ 1,3 đến 1,7 cent mỗi kilowatt giờ, cao hơn khoảng 15% so với mức mà hầu hết mọi người phải trả hiện nay. Cộng dồn lại thì mức Chi phí Xanh sẽ là 18 đô-la một tháng với một hộ gia đình thông thường – đây là mức khá phải

chăng đối với hầu hết mọi người, mặc dù sẽ khó khăn hơn đối với những người Mỹ có thu nhập thấp, khi họ vốn đã dành một phần mười thu nhập của mình cho năng lượng.

(Nếu đã thanh toán hóa đơn điện, có lẽ bạn sẽ cảm thấy quen thuộc với đơn vị kilowatt giờ, bởi vì đây là cách chúng ta tính toán tiền điện cho các hộ gia đình. Nhưng nếu bạn có thắc mắc thì kilowatt giờ là đơn vị được sử dụng để đo lượng điện bạn sử dụng trong một khoảng thời gian nhất định. Nếu bạn tiêu thụ một kilowatt trong một giờ, bạn đã sử dụng một kilowatt giờ. Một hộ gia đình thông thường tại nước Mỹ sử dụng 29 kilowatt giờ một ngày. Tính trung bình với mọi nhóm khách hàng và tất cả các bang, một kilowatt giờ điện có giá khoảng 10 cent, mặc dù ở một số nơi, con số này có thể cao hơn gấp ba lần.)

Thật tốt khi mức Chi phí Xanh có thể thấp như vậy. Châu Âu cũng gặp thuận lợi tương tự; nghiên cứu của một hiệp hội thương mại châu Âu chỉ ra rằng việc loại bỏ từ 90 đến 95% carbon khỏi lưới điện sẽ khiến mức giá trung bình tăng lên khoảng 20%.[9] (Nghiên cứu này sử dụng một phương pháp khác so với cách tôi tính Chi phí Xanh tại Mỹ.)

Điều đáng tiếc là có rất ít quốc gia khác cũng may mắn như vậy. Nước Mỹ có nguồn năng lượng tái tạo lớn, bao gồm thủy điện ở vùng Tây Bắc Thái Bình Dương, gió mạnh ở vùng Trung Tây và năng lượng Mặt Trời quanh năm ở vùng Tây Nam và California. Các quốc gia khác có thể có nắng nhưng không có gió, hoặc có gió nhưng ít nắng quanh năm, hoặc thiếu cả hai yếu tố này. Và xếp hạng tín dụng của họ có thể ở mức thấp, khiến cho việc đầu tư những khoản lớn vào việc xây dựng các nhà máy điện mới trở nên khó khăn.

Châu Phi và châu Á đang gặp nhiều khó khăn nhất. Trong vài thập niên qua, Trung Quốc đã đạt được một trong những kỳ tích vĩ đại nhất trong lịch sử – đưa hàng trăm triệu người ra khỏi tình trạng đói nghèo – và điều này một phần là nhờ việc xây dựng các nhà máy điện than với chi phí rất rẻ. Các công ty Trung Quốc đã giảm được 75% chi phí đầu tư cho một nhà máy than. Và giờ đây, thật dễ hiểu khi quốc gia này muốn có nhiều khách hàng hơn, vì vậy, họ đang cố gắng thu hút một loạt các quốc gia đang phát triển: Ấn Độ, Indonesia, Việt Nam, Pakistan và các quốc gia trên khắp châu Phi.

Những khách hàng mới đầy tiềm năng này sẽ làm gì? Họ sẽ xây dựng các nhà máy nhiệt điện than hay bảo vệ môi trường? Chúng

ta hãy xem xét mục tiêu và lựa chọn của họ. Năng lượng Mặt Trời quy mô nhỏ có thể là một lựa chọn đối với người dân ở các vùng nông thôn nghèo, những người cần sạc điện thoại di động và bật đèn sáng vào ban đêm. Nhưng loại giải pháp này sẽ không bao giờ đem lại một lượng điện lớn với giá rẻ và luôn sẵn có mà các quốc gia này cần để phát triển nền kinh tế của họ. Họ đang tìm cách để làm được những gì Trung Quốc đã làm: phát triển nền kinh tế bằng cách thu hút các ngành công nghiệp như sản xuất và chăm sóc khách hàng – những ngành cần nguồn năng lượng dồi dào hơn (và ổn định hơn) so với những gì năng lượng tái tạo quy mô nhỏ hiện có thể cung cấp.

Nếu những quốc gia này lựa chọn các nhà máy nhiệt điện than, như Trung Quốc và mọi quốc gia giàu có đã làm, đó sẽ là một thảm họa đối với khí hậu. Nhưng hiện tại, lựa chọn tốt nhất với họ chỉ có vậy.

—

Nếu nhìn qua, chúng ta sẽ chưa thể hiểu ngay tại sao việc chuyển đổi này lại làm phát sinh Chi phí Xanh. Các nhà máy điện sử dụng khí đốt tự nhiên luôn phải mua nhiên liệu trong quá trình hoạt động; các cánh đồng điện gió và điện Mặt Trời, cũng như đập thủy điện không phải tốn chi phí cho nhiên liệu. Ngoài ra, công nghệ sẽ rẻ hơn nếu nó được triển khai trên quy mô lớn. Vậy tại sao chúng ta lại phải tốn thêm chi phí để bảo vệ môi trường?

Vấn đề đầu tiên là nhiên liệu hóa thạch quá rẻ. Bởi vì giá của chúng không bao gồm cái giá thực sự của biến đổi khí hậu – thiệt hại kinh tế xuất hiện khi chúng làm hành tinh nóng lên – nên các nguồn năng lượng sạch khó cạnh tranh với chúng hơn. Chúng ta cũng đã dành nhiều thập niên để xây dựng một hệ thống khai thác nhiên liệu hóa thạch từ lòng đất, sản xuất và phân phối năng lượng từ chúng; tất cả quá trình đó đều rất rẻ.

Một lý do khác, như đã đề cập trước đó, là một số nơi trên thế giới chỉ đơn giản không có đủ tài nguyên tái tạo. Để tiến gần tới mức 100% điện sạch, chúng ta phải đưa rất nhiều năng lượng sạch từ nơi sản xuất (những địa điểm có nhiều nắng, lý tưởng nhất là gần đường xích đạo và/hoặc có nhiều gió) đến nơi cần (những địa điểm nhiều mây và không có gió). Điều này đòi hỏi chúng ta phải xây dựng các đường dây truyền tải điện mới, một công việc tiêu tốn nhiều tiền và thời gian – đặc biệt nếu nó đi qua biên giới quốc gia – và lắp đặt càng nhiều đường dây truyền tải thì giá điện lại

càng tăng. Trên thực tế, việc truyền tải và phân phối chiếm hơn một phần ba giá điện tiêu thụ.[i] Thêm vào đó, nhiều quốc gia không muốn bị phụ thuộc vào nguồn điện của nước ngoài.

---

[i]. Hãy hình dung việc truyền tải như quốc lộ và việc phân phối như tỉnh lộ. Chúng ta sử dụng đường dây truyền tải điện cao thế để đưa điện từ nhà máy đến thành phố. Sau đó, điện đi vào hệ thống phân phối có điện áp thấp hơn tại địa phương – đó chính là các đường dây điện bạn thấy trong khu phố.

Nhưng giá dầu thô rẻ và đường truyền tải điện đắt đỏ lại không phải là nguyên nhân lớn nhất gây ra Chi phí Xanh. Thủ phạm chính là nhu cầu của chúng ta về tính ổn định và mối nguy của sự gián đoạn.

Mặt Trời và gió là những nguồn năng lượng không liên tục, điều này nghĩa là chúng không thể tạo ra điện 24 giờ một ngày, 365 ngày một năm. Nhưng nhu cầu điện của chúng ta lại liên tục; chúng ta muốn có điện vào mọi lúc. Vì vậy, nếu muốn để năng lượng Mặt Trời và gió chiếm phần lớn trong nguồn cung ứng điện và muốn tránh tình trạng mất điện diện rộng, chúng ta sẽ cần các lựa chọn thay thế cho những lúc Mặt Trời không chiếu sáng và gió không thổi. Hoặc chúng ta cần sử dụng pin để tích trữ lượng điện dư thừa (điều mà tôi sẽ chứng minh là quá đắt đỏ), hoặc chúng ta cần bổ sung các nguồn năng lượng khác sử dụng nhiên liệu hóa thạch, chẳng hạn như các nhà máy điện sử dụng khí đốt tự nhiên chỉ hoạt động khi cần thiết. Dù chọn cách nào đi chăng nữa, chúng ta đều sẽ gặp bất lợi. Khi chúng ta vươn đến mức 100% điện sạch, vấn đề gián đoạn sẽ ngày càng lớn hơn và tốn kém hơn.

Ví dụ rõ ràng nhất về sự gián đoạn là khi Mặt Trời lặn và cắt mất nguồn cung ứng điện từ ánh sáng. Giả sử chúng ta muốn giải quyết vấn đề bằng cách lưu trữ một kilowatt giờ điện dư thừa được tạo ra vào ban ngày để sử dụng vào buổi đêm. (Bạn sẽ cần nhiều điện hơn thế, nhưng tôi sử dụng một kilowatt giờ để đơn giản hóa phép toán.) Việc này sẽ làm hóa đơn điện của chúng ta tăng thêm bao nhiêu?

Đáp án phụ thuộc vào hai yếu tố: chi phí của pin và thời lượng sử dụng của pin trước khi chúng ta phải thay thế nó. Về chi phí, hãy giả định rằng chúng ta có thể mua loại pin một kilowatt giờ với giá thành là 100 đô-la. (Đây là một ước tính thận trọng và tôi sẽ tạm thời bỏ qua trường hợp phải vay tiền để làm điều này.) Về thời lượng sử dụng của pin, hãy giả định nó có thể trải qua 1.000 chu kỳ nạp xả.

Do đó, chi phí vốn đối với loại pin một kilowatt giờ này sẽ là 100 đô-la trải dài trên 1.000 chu kỳ, tương đương với 10 cent cho mỗi kilowatt giờ. Đó là còn chưa kể đến chi phí của việc tạo ra điện, với năng lượng Mặt Trời là khoảng 5 cent cho mỗi kilowatt giờ. Nói cách khác, lượng điện chúng ta lưu trữ để sử dụng vào ban đêm sẽ có giá gấp ba so với ban ngày – 5 cent để sản xuất và 10 cent để lưu trữ, tổng cộng là 15 cent.

Tôi biết những nhà nghiên cứu cho rằng họ có thể tạo ra một loại pin có tuổi thọ cao hơn gấp năm lần so với loại mà tôi đã mô tả. Họ vẫn chưa thành công, nhưng nếu việc này thành hiện thực, nó sẽ khiến mức chi phí tăng thêm giảm từ 10 cent xuống còn 2 cent, một mức gia tăng thấp hơn nhiều. Dù sao, vấn đề này có thể được giải quyết, nếu bạn sẵn sàng trả mức chi phí tăng thêm ở mức cao, và với những cải tiến mà tôi tin rằng có thể giúp hạ thấp giá thành.

Thật không may, sự gián đoạn vào khi Mặt Trời lặn không phải là vấn đề khó giải quyết nhất. Sự thay đổi giữa mùa hè và mùa đông thậm chí còn là một trở ngại lớn hơn. Chúng ta có nhiều cách để cố gắng đối phó – chẳng hạn như bổ sung năng lượng bằng một nhà máy điện hạt nhân hoặc nhiệt điện khí được trang bị công nghệ thu hồi khí thải – và bất cứ viễn cảnh thực tế nào cũng đều bao gồm những lựa chọn này. Tôi sẽ đề cập đến chúng ở phần sau của chương này, nhưng để đơn giản, hiện tại tôi sẽ chỉ sử dụng pin để minh họa vấn đề về sự thay đổi theo mùa.

Giả sử chúng ta muốn lưu trữ một kilowatt giờ, nhưng không phải cho một ngày, mà là cho cả mùa. Chúng ta sẽ sản xuất điện trong mùa hè và tiêu thụ trong mùa đông để chạy máy sưởi trong nhà. Lần này, vòng đời của pin không phải là vấn đề vì chúng ta chỉ sạc pin mỗi năm một lần.

Nhưng giả sử chúng ta cần được cấp vốn để mua pin. Hãy cho rằng chúng ta cần 100 đô-la tiền vốn. (Hiển nhiên là bạn sẽ không cần đến tài trợ đối với một viên pin 100 đô-la, nhưng với số lượng pin để lưu trữ một vài gigawatt thì có. Và cách tính toán ở đây cũng giống như vậy.) Nếu viên pin có giá 100 đô-la và chúng ta trả lãi suất 5% cho số vốn, vậy chúng ta sẽ tốn thêm 5 đô-la để lưu trữ một kilowatt giờ. Và hãy nhớ về số tiền chúng ta trả cho năng lượng Mặt Trời vào ban ngày: chỉ 5 cent. Ai lại trả 5 đô-la để lưu trữ lượng điện trị giá 5 cent?

Sự gián đoạn theo mùa và chi phí lưu trữ cao còn gây ra một vấn đề khác, đặc biệt với những người sử dụng nhiều năng lượng Mặt

Trời – đó là hiện tượng thừa điện vào mùa hè và thiếu điện vào mùa đông.

Vì trục Trái Đất nghiêng nên lượng cũng như cường độ ánh sáng chiếu xuống bất kỳ nơi nào đều sẽ thay đổi theo mùa. Mức độ khác biệt lớn đến đâu phụ thuộc vào khoảng cách từ nơi đó đến đường xích đạo. Tại Ecuador, dường như không có sự thay đổi nào. Ở khu vực Seattle, nơi tôi sống, lượng ánh sáng Mặt Trời vào ngày dài nhất trong năm nhiều gấp đôi so với ngày ngắn nhất. Một số vùng tại Canada và Nga có sự chênh lệch gấp khoảng 12 lần.[i]

---

[i]. Ngoài ra còn có sự thay đổi theo mùa của gió. Tại nước Mỹ, điện gió có xu hướng đạt mức cao nhất vào mùa xuân và thấp nhất trong khoảng thời gian từ giữa đến cuối mùa hè (mặc dù tình hình ở California là ngược lại). Sự chênh lệch có thể gấp từ hai đến bốn lần.

Để hiểu được tại sao sự thay đổi này lại quan trọng, hãy thực hiện một thử nghiệm trong tưởng tượng khác. Hãy hình dung ra một thị trấn ở gần Seattle, chúng ta sẽ đặt tên cho nó là Suntown. Nơi đó muốn tạo ra một gigawatt năng lượng Mặt Trời một năm. Hệ thống sản xuất năng lượng Mặt Trời của Suntown cần lớn đến mức nào?

Một lựa chọn là lắp đặt vừa đủ số tấm quang điện để tạo ra một gigawatt vào mùa hè, khi có nhiều ánh nắng. Nhưng thị trấn sẽ không còn gặp thuận lợi vào mùa đông, khi lượng ánh sáng Mặt Trời chỉ còn một nửa. Đây chính là hiện tượng thiếu điện. (Thêm nữa, hội đồng thị trấn nhận thức rõ rằng việc lưu trữ điện là quá đắt, vì vậy họ đã loại trừ phương án sử dụng pin.) Mặt khác, Suntown có thể lắp đặt đủ số tấm quang điện mà họ cần cho những ngày mùa đông ngắn ngủi và ít nắng, nhưng khi mùa hè đến, nó sẽ tạo ra nhiều điện hơn mức cần thiết. Khi này, điện sẽ rẻ đến mức thị trấn khó có thể bù đắp được chi phí lắp đặt số tấm quang điện kia.

Suntown có thể giải quyết vấn đề thừa điện bằng cách tắt một số tấm quang điện vào mùa hè, nhưng việc này sẽ đồng nghĩa với phung phí tiền vào những thiết bị chỉ được sử dụng vào một khoảng thời gian trong năm. Điều này sẽ tiếp tục làm tăng giá điện với mọi gia đình và doanh nghiệp trong thị trấn; nói cách khác, mức Chi phí Xanh của thị trấn sẽ tăng thêm.

Tình thế của Suntown không chỉ là một ví dụ giả định. Điều tương tự đã xảy ra tại nước Đức khi họ thực hiện chương trình

Energiewende đầy tham vọng với mục tiêu đạt 60% năng lượng tái tạo vào năm 2050. Đất nước này đã chi hàng tỉ đô-la trong thập niên qua để mở rộng việc sử dụng năng lượng tái tạo, tăng công suất năng lượng Mặt Trời lên gần 650% từ năm 2008 đến năm 2010. Nhưng vào tháng 6 năm 2018, Đức đã sản xuất ra lượng điện Mặt Trời nhiều gấp khoảng mười lần so với tháng 12 cùng năm.[10] Trên thực tế, vào một số thời điểm trong mùa hè, các nhà máy năng lượng Mặt Trời và gió của Đức tạo ra nhiều điện đến mức nước này không thể sử dụng hết. Khi điều đó xảy ra, họ đã chuyển một phần điện dư thừa sang các nước láng giềng là Ba Lan và Cộng hòa Séc.[11] Các nhà lãnh đạo của hai nước đã phàn nàn rằng việc này đang gây áp lực lên lưới điện của chính họ và gây ra sự thay đổi khó lường về giá điện.

Sự gián đoạn còn gây ra một vấn đề khác thậm chí còn khó giải quyết hơn so với sự thay đổi theo ngày hoặc theo mùa. Điều gì sẽ xảy ra trong trường hợp hiện tượng thời tiết khắc nghiệt buộc một thành phố phải tồn tại trong vài ngày mà không có bất kỳ nguồn năng lượng tái tạo nào?

Hãy tưởng tượng rằng trong tương lai, thành phố Tokyo có được tất cả lượng điện cần thiết chỉ từ năng lượng gió. (Trên thực tế, Nhật Bản có sẵn khá nhiều điện gió trên bờ và ngoài khơi.) Vào tháng 8 của một năm bất kỳ, một cơn bão lớn ập đến vào đúng cao điểm của mùa bão. Những cơn gió mạnh đến mức có thể xé toạc các tua-bin gió nếu thiết bị này không ngừng hoạt động. Các nhà lãnh đạo của Tokyo quyết định tắt các tua-bin và chỉ sử dụng điện được tích trữ trong các loại pin quy mô lớn tốt nhất mà họ có thể sử dụng.

Câu hỏi ở đây là: Họ sẽ cần bao nhiêu pin để cung cấp năng lượng cho Tokyo trong ba ngày, cho đến khi cơn bão đi qua và các tua-bin hoạt động trở lại?

Câu trả lời là hơn 14 triệu viên pin. Toàn thế giới phải mất đến một thập niên để tạo ra được khả năng lưu trữ lớn đến vậy. Giá thành của lượng pin này là 400 tỉ đô-la. Tính trung bình trong suốt thời gian sử dụng của pin, chi phí hằng năm là hơn 27 tỉ đô-la.[i] Và đó mới chỉ là số tiền để mua pin; chúng ta vẫn chưa tính đến các chi phí khác như lắp đặt và bảo trì.

---

[i]. Đây là cách tôi tính những số liệu này: Từ ngày 6 tháng 8 đến ngày 8 tháng 8 năm 2019, Tokyo tiêu thụ 3.122 gigawatt giờ điện. Đối với nhu cầu ở mức thấp nhất, tôi giả định sử dụng 5,4 triệu viên pin sắt lỏng (iron-flow baterry)

với tuổi thọ là 20 năm và chi phí cho mỗi đơn vị là 36.000 đô-la. Đối với nhu cầu cao điểm, tôi giả định 9,1 triệu pin lithium-ion có tuổi thọ là 10 năm và chi phí cho mỗi đơn vị là 23.300 đô-la.

Ví dụ này hoàn toàn là giả định. Không ai thực sự cho rằng Tokyo nên hoàn toàn sử dụng điện gió hay lưu trữ năng lượng bằng loại pin hiện nay. Tôi đang sử dụng ví dụ minh họa này để khẳng định một điều quan trọng: Việc lưu trữ điện trên quy mô lớn là vô cùng khó khăn và tốn kém, nhưng đó là một trong những việc cần làm nếu chúng ta dự định phụ thuộc vào các nguồn năng lượng không liên tục để cung cấp một tỉ lệ điện sạch đáng kể trong những năm tới.

Và chúng ta sẽ cần rất nhiều điện sạch trong những năm tới. Hầu hết các chuyên gia đều đồng ý rằng khi chúng ta ứng dụng điện vào các hoạt động gây ra phát thải nhiều carbon như sản xuất thép và lái ô tô, nguồn cung cấp điện toàn cầu sẽ cần tăng gấp đôi hoặc thậm chí gấp ba vào năm 2050. Và dự đoán này thậm chí còn chưa tính đến sự gia tăng dân số hay việc con người sẽ giàu có hơn và sử dụng nhiều điện hơn. Vì vậy, thế giới sẽ cần nhiều hơn gấp ba lần lượng điện mà chúng ta hiện đang sản xuất.

Bởi vì năng lượng Mặt Trời và năng lượng gió là không liên tục, nên chúng ta sẽ cần phải nâng cao năng lực tạo ra điện. (*Năng lực* sẽ cho thấy khả năng sản xuất điện về mặt lý thuyết khi ánh nắng rực rỡ nhất hoặc gió thổi mạnh nhất; *sản lượng* là lượng điện chúng ta thực sự thu được, sau khi tính đến sự gián đoạn, việc tạm ngừng hoạt động để bảo trì, cùng với các yếu tố khác. Sản lượng luôn luôn nhỏ hơn năng lực; và trong trường hợp của các nguồn không ổn định như năng lượng Mặt Trời và năng lượng gió, nó có thể nhỏ hơn rất nhiều.)

Khi xét đến toàn bộ lượng điện bổ sung mà chúng ta sẽ sử dụng, cùng với giả định rằng điện gió và điện Mặt Trời đóng một vai trò quan trọng, thì chúng ta sẽ cần khiến năng lực sản xuất tăng thêm 75 gigawatt vào mỗi năm trong vòng 30 năm tới để hoàn toàn loại bỏ carbon khỏi lưới điện của Mỹ vào năm 2050.

Lượng này có nhiều không? Trong thập niên qua, mức gia tăng trung bình hằng năm là 22 gigawatt. Giờ đây chúng ta cần lắp đặt nhiều hơn gấp ba lần mỗi năm và duy trì tốc độ này trong ba thập niên tới.

Điều này sẽ dễ dàng hơn một chút khi chúng ta khiến các tấm quang điện và tua-bin gió trở nên rẻ hơn và hoạt động hiệu quả

hơn – nghĩa là, chúng ta tìm ra các phương thức để thu được nhiều năng lượng hơn từ một lượng ánh sáng Mặt Trời hoặc gió nhất định. (Các tấm quang điện tốt nhất hiện nay mới chỉ chuyển đổi chưa đến một phần tư lượng ánh sáng Mặt Trời chiếu vào chúng thành điện năng, và giới hạn về mặt lý thuyết đối với loại pin thương mại phổ biến nhất hiện nay là khoảng 33%.) Khi tỉ lệ chuyển đổi này tăng lên, chúng ta có thể thu được nhiều năng lượng hơn từ cùng một diện tích, điều này sẽ giúp ích khi chúng ta triển khai những công nghệ này trên diện rộng.

Nhưng các tấm pin và tua-bin hiệu quả hơn vẫn là chưa đủ, bởi vì có một sự khác biệt lớn giữa những gì mà một nước Mỹ trên đà phát triển đã làm trong thế kỷ XX và những gì chúng ta cần làm trong thế kỷ XXI. Yếu tố địa điểm sẽ trở nên quan trọng hơn bao giờ hết.

Kể từ khi lưới điện mới xuất hiện, các công ty đã đặt hầu hết nhà máy điện gần các thành phố đang phát triển nhanh chóng của nước Mỹ, vì khi đó, việc sử dụng các tuyến đường sắt và đường ống để vận chuyển nhiên liệu hóa thạch từ bất cứ nơi nào mà chúng được khai thác đến các nhà máy nơi chúng sẽ được sử dụng để sản xuất điện là tương đối dễ dàng. Kết quả là, lưới điện của Mỹ phụ thuộc vào các tuyến đường sắt và đường ống để đưa nhiên liệu qua một quãng đường dài tới các nhà máy điện, sau đó sử dụng các đường dây truyền tải để phân phối điện qua khoảng cách ngắn hơn tới các thành phố cần nó.

Mô hình này không thể hoạt động với năng lượng Mặt Trời và gió. Bạn không thể gửi ánh sáng Mặt Trời trong toa tàu tới một nhà máy điện nào đó; nó cần phải được chuyển đổi ngay tại chỗ thành điện năng. Nhưng hầu hết nguồn cung cấp ánh sáng Mặt Trời của nước Mỹ là ở vùng Tây Nam, và phần lớn gió của chúng ta là ở vùng Đại Bình nguyên Bắc Mỹ, cách xa nhiều khu vực đô thị lớn.

Nói tóm lại, sự gián đoạn là nguyên nhân chính làm tăng chi phí khi chúng ta tiến gần hơn tới mục tiêu hoàn toàn sử dụng điện không carbon. Đó là lý do tại sao các thành phố đang cố gắng bảo vệ môi trường vẫn sử dụng các phương thức sản xuất điện khác để hỗ trợ cho năng lượng Mặt Trời và gió, chẳng hạn như các nhà máy nhiệt điện khí có khả năng chỉ hoạt động và dừng lại khi cần thiết để đáp ứng nhu cầu, và những nhà máy điện kiểu này chắc chắn không thể được gọi là không carbon.

Tôi muốn đề cập rõ ràng rằng các nguồn năng lượng không liên tục như Mặt Trời và gió có thể đóng một vai trò quan trọng trong

việc đạt được con số 0. Trên thực tế, chúng ta *cần* chúng đóng vai trò ấy. Chúng ta cần triển khai năng lượng tái tạo một cách nhanh chóng ở bất cứ nơi nào mà việc này có thể đem lại hiệu quả kinh tế. Mức giảm của giá thành năng lượng Mặt Trời và năng lượng gió trong thập niên qua thật đáng kinh ngạc: Ví dụ, các tế bào quang điện đã trở nên rẻ hơn gần mười lần trong khoảng thời gian từ năm 2010 đến năm 2020, và giá của một hệ thống năng lượng Mặt Trời hoàn thiện đã giảm 11% chỉ trong năm 2019. Điều này phần lớn là nhờ sự cải tiến trong quá trình triển khai – một sự thật đơn giản rằng chúng ta càng thực hiện một việc nhiều lần, chúng ta càng làm tốt việc đó.

Chúng ta thực sự cần phải loại bỏ các rào cản ngăn chặn việc tận dụng tối đa các nguồn năng lượng tái tạo. Ví dụ: Chúng ta dễ có ý nghĩ rằng lưới điện của nước Mỹ là một mạng lưới được kết nối, nhưng nó thực sự không phải vậy. Không chỉ có một lưới điện, chúng ta có rất nhiều, và chúng là một mớ hỗn độn chắp vá. Điều này khiến cho việc truyền điện ra khỏi nơi nó được sản xuất về cơ bản là không khả thi. Arizona có thể bán năng lượng Mặt Trời dư thừa cho các khu vực lân cận, nhưng không thể bán cho một bang ở phía bên kia của đất nước.

Chúng ta có thể giải quyết vấn đề này bằng cách giăng đầy nước Mỹ bằng hàng ngàn kilômét dây điện đường dài đặc biệt với khả năng truyền tải dòng điện cao áp. Công nghệ này đã tồn tại; trên thực tế, một số đường dây thuộc loại này đã được lắp đặt tại nước Mỹ. (Đường dây đáng chú ý nhất chạy từ bang Washington cho tới California.) Nhưng chính trị lại gây ra một trở ngại đáng kể với sự nâng cấp khổng lồ của mạng lưới điện.

Hãy nghĩ đến số lượng chủ đất, công ty cấp điện, cũng như chính quyền địa phương và tiểu bang mà bạn cần nhóm họp để có thể xây dựng đường dây điện có khả năng truyền năng lượng Mặt Trời từ vùng Tây Nam đến New England. Chỉ riêng việc chọn ra các tuyến đường dẫn truyền và thiết lập các quyền ưu tiên thôi sẽ là một nhiệm vụ khổng lồ; mọi người thường có xu hướng phản đối khi bạn muốn xây một đường dây điện lớn chạy qua công viên địa phương

Việc xây dựng TransWest Express, một dự án truyền tải điện được thiết kế để đưa điện gió từ Wyoming đến California và vùng Tây Nam nước Mỹ, được dự kiến sẽ bắt đầu vào năm 2021. Dự án được cho là sẽ đi vào hoạt động vào năm 2024 – khoảng 17 năm sau khi kế hoạch bắt đầu được đặt ra.

Nhưng nếu dự án này có thể được hoàn thành, nó sẽ đánh dấu một sự thay đổi lớn. Tôi đang tài trợ cho một dự án bao gồm việc xây dựng một mô hình máy tính của tất cả các lưới điện trên khắp nước Mỹ. Sử dụng mô hình này, các chuyên gia đã nghiên cứu những điều kiện cần thiết để tất cả các bang ở phía tây đạt được mục tiêu 60% năng lượng tái tạo của California vào năm 2030, và tất cả các bang phía đông đạt được mục tiêu 70% năng lượng sạch của New York trong cùng năm. Họ phát hiện ra rằng các bang hoàn toàn không thể làm được điều đó nếu lưới điện không được phát triển. Mô hình cũng chỉ ra rằng các phương pháp tiếp cận cấp khu vực và quốc gia về vấn đề truyền tải – thay vì để mỗi bang tự quyết định – sẽ cho phép tất cả các bang đạt được mục tiêu giảm phát thải với lượng năng lượng tái tạo ít hơn 30% so với các phương pháp khác. Nói theo cách khác, chúng ta sẽ tiết kiệm được tiền bằng cách xây dựng các nguồn năng lượng tái tạo ở những vị trí tốt nhất, phát triển một hệ thống lưới điện quốc gia thống nhất và truyền tải lượng điện không carbon này đến bất cứ nơi nào cần chúng.[i]

---

[i]. Mô hình này đã được công bố trực tuyến. Hãy truy cập breakthroughenergy.org để biết thêm thông tin.

Trong những năm tới, khi điện trở thành một phần quan trọng hơn nữa trong kế hoạch năng lượng tổng thể, chúng ta sẽ rất cần đến những mô hình như vậy dành cho các lưới điện trên toàn thế giới. Chúng sẽ giúp trả lời các câu hỏi như: Cách phối hợp các nguồn năng lượng sạch nào sẽ là hiệu quả nhất tại một địa điểm nhất định? Các đường truyền dây truyền tải điện nên dẫn đến đâu? Những quy định nào đang gây cản trở, và chúng ta cần có thêm những ưu đãi nào? Tôi hi vọng sẽ được thấy thêm nhiều dự án như vậy.

Đây là một vấn đề phức tạp khác: Khi ngôi nhà của chúng ta phụ thuộc ít hơn vào nhiên liệu hóa thạch và nhiều hơn vào điện (ví dụ, để cung cấp năng lượng cho ô tô điện và giữ ấm vào mùa đông), chúng ta sẽ cần phải nâng cấp dịch vụ điện cho từng hộ gia đình – ít nhất là gấp đôi, và trong nhiều trường hợp thậm chí còn hơn thế nữa. Rất nhiều đường phố sẽ cần được đào lên và các cột điện cần được lắp đặt thêm những bộ dây điện nặng hơn, cùng với máy biến áp và thiết bị khác. Vì vậy, sự thay đổi này sẽ được cảm nhận một cách rõ rệt bởi hầu hết mọi cộng đồng, và tác động chính trị sẽ ảnh hưởng đến tận cấp địa phương.

Công nghệ có thể giúp vượt qua một số rào cản chính trị liên quan

đến những cải tiến này. Ví dụ, các đường dây điện sẽ không đập vào mắt nếu chúng được đặt dưới lòng đất. Nhưng ngày nay, việc đặt các đường dây điện dưới đất sẽ làm tăng chi phí lên từ năm đến mười lần. (Vấn đề ở đây là nhiệt: Các đường dây điện nóng lên khi có dòng điện chạy qua. Đây này không phải là một vấn đề khi chúng được đặt trên cao – nhiệt sẽ tỏa vào không khí – nhưng ở dưới lòng đất thì không có chỗ nào để nhiệt truyền đi. Nếu nhiệt độ lên quá cao, dây điện sẽ chảy ra.) Một số công ty hiện đang nghiên cứu hệ thống truyền tải thế hệ tiếp theo để loại bỏ vấn đề về nhiệt và làm giảm đáng kể chi phí của các đường dây điện ngầm.

Việc triển khai năng lượng tái tạo ngay từ hôm nay và cải thiện việc truyền tải là rất quan trọng. Nếu chúng ta không nâng cấp đáng kể lưới điện và thay vào đó để từng khu vực tự thực hiện công việc này, thì Chi phí Xanh có thể sẽ không ở mức từ 15% đến 30%, mà có thể là 100% hoặc hơn. Trừ phi chúng ta sử dụng một lượng lớn điện hạt nhân (tôi sẽ đề cập tới chủ đề này trong phần tiếp theo), mọi con đường đạt được con số 0 của nước Mỹ đều sẽ cần đến việc lắp đặt nhiều năng lượng gió và Mặt Trời nhất có thể. Thật khó để xác định chính xác xem cuối cùng thì bao nhiêu phần trăm trong lượng điện của nước Mỹ sẽ là năng lượng tái tạo, nhưng chúng ta biết rằng từ nay đến năm 2050, chúng ta phải xây dựng hệ thống năng lượng sạch nhanh hơn nhiều – gấp từ năm đến mười lần – so với tốc độ hiện tại.

Và hãy nhớ rằng hầu hết các quốc gia không may mắn như Mỹ khi xét đến tài nguyên năng lượng Mặt Trời và gió. Việc chúng ta có thể kỳ vọng tạo ra một tỉ lệ lớn điện từ năng lượng tái tạo là một ngoại lệ chứ không phải một điều tất yếu. Đó là lý do tại sao, ngay cả khi chúng ta đã triển khai năng lượng Mặt Trời và gió, thế giới vẫn sẽ cần một số phát minh mới về điện sạch.

—

Rất nhiều nghiên cứu tốt đang được tiến hành. Nếu có một điều tôi yêu thích về công việc của mình, thì đó là cơ hội để gặp gỡ và học hỏi từ các nhà khoa học và doanh nhân hàng đầu. Trong những năm qua, thông qua các khoản đầu tư của mình tại Năng lượng Đột phá và qua những cách thức khác, tôi đã được biết về một số đột phá có tiềm năng trở thành cuộc cách mạng mà chúng ta cần để có thể sản xuất điện mà không gây phát thải. Những ý tưởng này đang trong các giai đoạn phát triển khác nhau; một số đã tương đối hoàn thiện và đã được thử nghiệm kỹ lưỡng, trong

khi số khác, thật lòng mà nói, là điên rồ. Nhưng chúng ta không thể ngần ngại đặt cược vào một số ý tưởng điên rồ. Đó là cách duy nhất để đảm bảo chúng ta có được ít nhất là một vài đột phá.

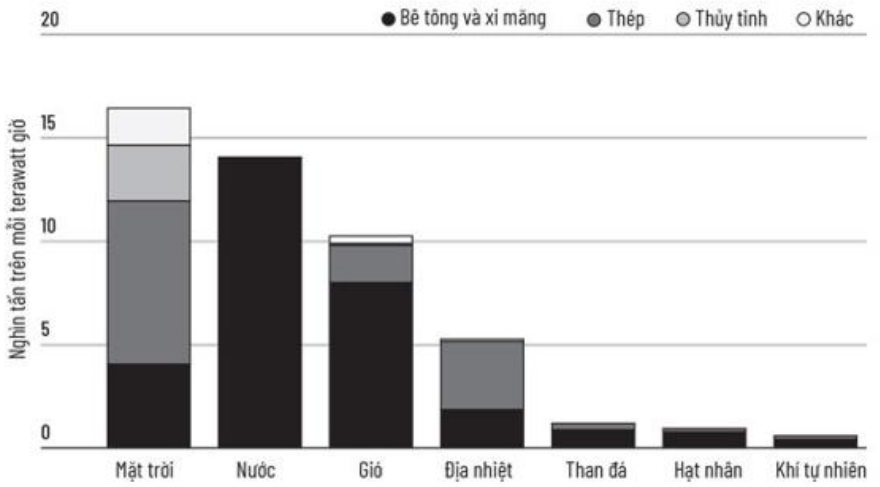
SẢN XUẤT ĐIỆN KHÔNG PHÁT THẢI CARBON

Phản ứng phân hạch. Trường hợp này có thể được gói gọn bằng một câu: Đây là nguồn năng lượng không phát thải carbon duy nhất có thể cung cấp năng lượng ổn định cả ngày lẫn đêm, qua mọi mùa, ở hầu hết mọi nơi trên Trái Đất và đã được chứng minh là có thể triển khai trên quy mô lớn.

Chưa nguồn năng lượng sạch nào khác có thể thậm chí đem lại được gần như những gì mà năng lượng hạt nhân đã cung cấp. (Ở đây tôi muốn nói đến phản ứng phân hạch – quá trình lấy năng lượng bằng cách phân tách các nguyên tử. Tôi sẽ nói đến một khái niệm đồng hành với nó là phản ứng hợp hạch trong phần tiếp theo.) Nước Mỹ đã có được khoảng 20% điện năng từ các nhà máy hạt nhân; Pháp có tỉ trọng điện hạt nhân cao nhất thế giới, chiếm 70% sản lượng điện. Hãy nhớ rằng cả năng lượng Mặt Trời và gió gộp lại mới chiếm khoảng 7% lượng điện trên toàn thế giới.

Và thật khó có thể thấy được một tương lai chúng ta loại bỏ carbon khỏi điện với giá cả phải chăng mà không cần sử dụng thêm năng lượng hạt nhân. Vào năm 2018, các nhà nghiên cứu tại Viện Công nghệ Massachusetts đã phân tích gần 1.000 kịch bản đạt được con số 0 tại nước Mỹ. Mọi trường hợp có chi phí thấp nhất đều cần sử dụng một nguồn điện sạch và luôn sẵn có – một nguồn giống như năng lượng hạt nhân. Thiếu đi yếu tố đó, việc sử dụng điện không carbon sẽ tốn kém hơn rất nhiều.

Các nhà máy hạt nhân là lựa chọn hàng đầu khi xét đến sử dụng hiệu quả các vật liệu như xi măng, thép và thủy tinh. Biểu đồ này thể hiện số vật liệu cần thiết để tạo ra một đơn vị điện từ các nguồn khác nhau:



Cần bao nhiêu vật liệu để xây dựng và vận hành một nhà máy điện? Câu trả lời phụ thuộc vào loại nhà máy. Điện hạt nhân có tính hiệu quả cao nhất, sử dụng ít vật liệu tính trên một đơn vị điện năng hơn nhiều so với các nguồn khác. (Bộ Năng lượng Mỹ)[12]

Bạn có thấy cột hạt nhân thấp đến thế nào không? Điều đó có nghĩa là bạn đang nhận được nhiều năng lượng hơn với mỗi đơn vị vật liệu dành cho việc xây dựng và vận hành nhà máy điện. Đó là một vấn đề lớn cần được cân nhắc, nếu xét đến toàn bộ lượng khí nhà kính được thải ra khi chúng ta sản xuất các vật liệu đó. (Hãy đọc chương tiếp theo để biết thêm chi tiết về điều này.) Và những số liệu này không tính đến thực tế là các cánh đồng năng lượng Mặt Trời và gió nhìn chung cần nhiều đất hơn các nhà máy điện hạt nhân, và chúng chỉ tạo ra năng lượng trong khoảng từ 25% đến 40% thời gian, so với 90% của năng lượng hạt nhân. Vì vậy, sự khác biệt thậm chí còn đáng chú ý hơn so với những gì biểu đồ này thể hiện.

Ai cũng biết rằng điện hạt nhân có những vấn đề riêng. Hiện tại, chi phí xây dựng nó rất tốn kém. Sai sót của con người có thể gây ra sự cố. Uranium, nhiên liệu mà nó sử dụng, có thể được chuyển đổi để sử dụng làm vũ khí. Chất thải của nó rất nguy hiểm và khó lưu trữ.

Những vụ tai nạn lớn tại nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island ở nước Mỹ, Chernobyl ở Liên Xô, và Fukushima ở Nhật Bản đã hướng sự chú ý của mọi người vào rủi ro. Thực sự có những vấn đề đã dẫn đến các thảm họa ấy, nhưng thay vì bắt tay vào giải quyết vấn đề, chúng ta lại ngừng phát triển lĩnh vực này.

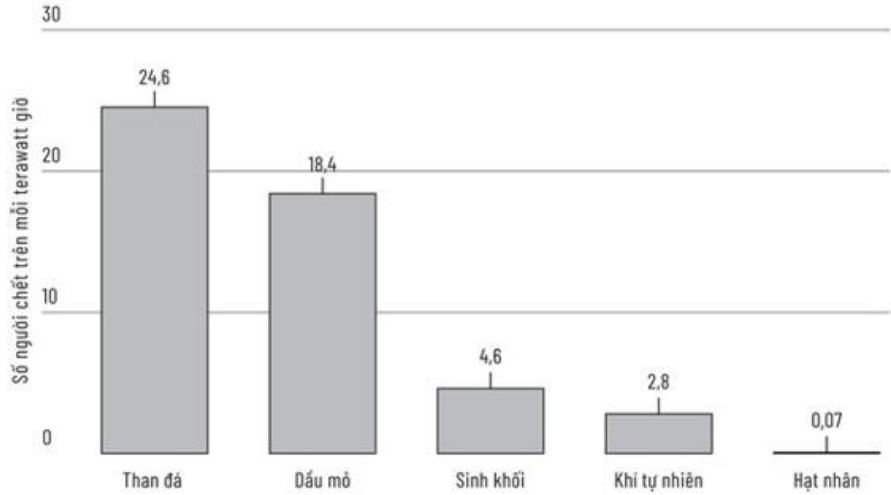
Hãy tưởng tượng nếu như một ngày mọi người tụ tập lại với nhau và nói, "Này, xe hơi đang gây thiệt mạng. Chúng rất nguy hiểm. Hãy ngừng lái xe và bỏ đi những chiếc ô tô." Tất nhiên, điều đó thật nực cười. Chúng ta đã làm điều ngược lại: Chúng ta đã cải tiến ô tô để khiến nó trở nên an toàn hơn. Để ngăn người lái xe bay qua kính chắn gió, chúng ta đã phát minh ra dây an toàn và túi khí. Để bảo vệ hành khách khi xảy ra tai nạn, chúng ta đã tạo ra những vật liệu an toàn hơn và thiết kế tốt hơn. Để bảo vệ người đi bộ trong bãi đậu xe, chúng ta bắt đầu lắp đặt camera chiếu hậu.

Năng lượng hạt nhân gây thiệt hại nhân mạng ít hơn nhiều so với ô tô. Xét về khía cạnh này, nó gây ra ít cái chết hơn nhiều so với bất kỳ loại nhiên liệu hóa thạch nào.

Dẫu vậy, chúng ta vẫn nên cải thiện nó, giống như những gì chúng ta đã làm với ô tô, bằng cách phân tích từng vấn đề và tiến hành giải quyết chúng bằng sự cải tiến.

Các nhà khoa học và kỹ sư đã đề xuất nhiều giải pháp khác nhau. Tôi rất lạc quan về hướng tiếp cận của TerraPower, một công ty do tôi thành lập vào năm 2008. Nó đã tập hợp được những bộ óc giỏi nhất về vật lý hạt nhân và mô hình máy tính để thiết kế lò phản ứng hạt nhân thế hệ tiếp theo.

Bởi vì sẽ chẳng có ai cho phép chúng tôi xây dựng các lò phản ứng thử nghiệm trong thế giới thực, nên chúng tôi đã lập một hệ thống siêu máy tính tại Bellevue, Washington, nơi nhóm triển khai chạy thử những mô hình kỹ thuật số của các thiết kế lò phản ứng khác nhau. Chúng tôi cho rằng mình đã tạo ra được một mô hình có thể giải quyết tất cả các vấn đề lớn nhờ sử dụng một thiết kế gọi là lò phản ứng sóng dịch chuyển.



Năng lượng hạt nhân có nguy hiểm không? Câu trả lời là không, nếu như bạn đang đếm số ca tử vong trên một đơn vị điện, như biểu đồ này thể hiện. Số liệu ở đây đã xét đến toàn bộ quá trình tạo ra năng lượng, từ việc chiết xuất nhiên liệu để biến chúng thành điện năng, cũng như các vấn đề môi trường mà chúng gây ra, chẳng hạn như ô nhiễm không khí. (Our World in Data)[13]

Lò phản ứng của TerraPower có thể sử dụng nhiều loại nhiên liệu, bao gồm cả chất thải từ các nhà máy điện hạt nhân khác. Nó sẽ phát thải ít hơn nhiều so với các nhà máy hiện nay, hoàn toàn tự động – do vậy loại trừ sai sót từ phía con người – và có thể được xây dựng dưới lòng đất, nhờ vậy đảm bảo an toàn khỏi nguy cơ bị tấn công. Cuối cùng, thiết kế này về bản chất là an toàn, nó sử dụng một số tính năng thông minh để điều khiển phản ứng hạt nhân; ví dụ, nhiên liệu phóng xạ được chứa trong các thanh có khả năng nở ra nếu bị quá nóng, khiến phản ứng hạt nhân bị chậm lại và do vậy có thể ngăn chặn hiện tượng quá tải nhiệt. Sự cố sẽ được ngăn chặn bởi chính hiện tượng vật lý.

Vẫn còn nhiều năm nữa chúng tôi mới có thể bắt đầu khởi công một nhà máy mới. Cho đến nay, thiết kế của TerraPower vẫn đang nằm trong các siêu máy tính và chúng tôi đang làm việc với chính phủ Mỹ để xây dựng nguyên mẫu đầu tiên.

Phản ứng hợp hạch. Chúng ta còn một cách tiếp cận hoàn toàn khác và khá hứa hẹn với năng lượng hạt nhân, nhưng nó vẫn cần đến ít nhất một thập niên nữa mới có thể bắt đầu được sử dụng để cung cấp điện cho người tiêu dùng. Thay vì thu năng lượng bằng cách phân tách các nguyên tử như ở phản ứng phân hạch, trong cách tiếp cận này, chúng ta đẩy các nguyên tử lại với nhau hoặc

hợp nhất chúng.

Phản ứng hợp hạch hoạt động theo cùng một quá trình cơ bản vốn đem lại năng lượng cho Mặt Trời. Bạn bắt đầu với một loại khí – hầu hết nghiên cứu tập trung vào một số loại hydro nhất định – và làm cho nó trở nên cực nóng, hơn 50 triệu độ C, trong khi nó ở một trạng thái tích điện được gọi là plasma. Ở nhiệt độ này, các hạt chuyển động nhanh đến mức chúng va vào và hợp nhất với nhau, giống như các nguyên tử hydro trong Mặt Trời. Khi các hạt hydro hợp nhất, chúng biến thành heli và giải phóng một lượng lớn năng lượng. Phần năng lượng này có thể được sử dụng để tạo ra điện. (Các nhà khoa học có nhiều cách khác nhau để duy trì plasma; những phương pháp phổ biến nhất đều sử dụng các nam châm siêu mạnh hoặc laser).

Mặc dù vẫn đang trong giai đoạn thử nghiệm, nhưng phản ứng hợp hạch có rất nhiều tiềm năng. Bởi vì nó hoạt động bằng các nguyên tố phổ biến và có sẵn như hydro, nên nhiên liệu sẽ rẻ và dồi dào. Loại hydro chính thường được sử dụng trong phản ứng hợp hạch có thể được chiết xuất từ nước biển, và trữ lượng của nó là đủ để đáp ứng nhu cầu năng lượng của thế giới trong hàng ngàn năm. Chất thải của quá trình hợp hạch sẽ còn mang tính phóng xạ trong hàng trăm năm, so với hàng trăm nghìn năm đối với chất thải plutoni và các nguyên tố khác của quá trình phân hạch, đồng thời phóng xạ cũng mức độ thấp hơn nhiều – mức độ nguy hiểm của nó chỉ tương tự chất thải phóng xạ của bệnh viện. Không tồn tại phản ứng dây chuyền nào khiến mọi thứ vượt tầm kiểm soát, vì phản ứng hợp hạch sẽ dừng lại ngay khi bạn ngừng cung cấp nhiên liệu hoặc tắt thiết bị duy trì plasma.

Tuy nhiên, rất khó để chúng ta thực hiện phản ứng hợp hạch trong thực tế. Các nhà khoa học hạt nhân có một câu nói đùa cũ kỹ như sau: “Quá trình hợp hạch còn 40 năm nữa mới trở thành hiện thực, và nó sẽ luôn như vậy.” (Phải thừa nhận rằng câu nói đùa này cũng không hài hước lắm.) Một trong những trở ngại lớn là phản ứng hợp hạch cần quá nhiều năng lượng để khởi động, đến mức bạn phải tiêu tốn nhiều năng lượng vào quá trình này hơn là những gì nhận được từ nó. Và có lẽ bạn cũng đã nghĩ đến điều này khi chúng ta nói đến nhiệt độ, việc xây dựng một lò phản ứng cũng là một thách thức rất lớn về mặt kỹ thuật. Không có một lò phản ứng hợp hạch nào hiện được thiết kế cho tiêu dùng phổ thông, tất cả đều được dành cho mục đích nghiên cứu.

ITER, dự án lớn nhất hiện đang được xây dựng với sự hợp tác giữa sáu quốc gia và Liên minh châu Âu, là một cơ sở thử nghiệm tại

miền nam nước Pháp. Dự án được bắt đầu vào năm 2010 và vẫn đang tiếp tục hoạt động. Đến giữa những năm 2020, ITER dự kiến sẽ lần đầu tạo ra được plasma. Và đến cuối những năm 2030, nó sẽ sản xuất được điện dư thừa – gấp mười lần so với mức cần thiết để duy trì hoạt động. Đó sẽ là thời khắc chuyển mình của quá trình hợp hạch, một thành tựu quan trọng sẽ giúp chúng ta thẳng tiến trên con đường xây dựng mẫu thử của một nhà máy điện thương mại.

Và những cải tiến sắp tới sẽ đem quá trình hợp hạch đến gần hơn với thực tế. Ví dụ, tôi có biết các công ty đang sử dụng chất siêu dẫn ở nhiệt độ cao để tạo ra một từ trường mạnh hơn nhiều nhằm duy trì plasma. Nếu cách tiếp cận này có hiệu quả, nó sẽ giúp làm giảm kích thước các lò phản ứng nhiệt hạch và khiến việc xây dựng chúng rẻ và nhanh hơn.

Nhưng điểm mấu chốt ở đây không phải là công ty nào đó có một ý tưởng đột phá duy nhất mà chúng ta cần cho quá trình phân hạch hoặc hợp hạch. Điều quan trọng nhất là thế giới một lần nữa coi trọng việc phát triển năng lượng hạt nhân. Nó quá tiềm năng để bị bỏ qua.

Gió ngoài khơi. Đặt tua-bin gió ngoài đại dương hoặc các vùng nước khác sẽ đem lại nhiều lợi ích. Bởi vì nhiều thành phố lớn nằm gần bờ biển, chúng ta có thể tạo ra điện ở rất gần nơi tiêu thụ và không gặp nhiều vấn đề về đường dây truyền tải. Gió ngoài khơi thường thổi đều đặn hơn, do đó, hiện tượng gián đoạn cũng không còn là một trở ngại quá lớn.

Dù có những lợi thế này, nhưng điện gió ngoài khơi hiện chỉ chiếm một phần nhỏ trong tổng công suất của sản xuất điện trên toàn cầu – khoảng 0,4% vào năm 2019. Phần lớn trong số đó là ở châu Âu, đặc biệt là ở Biển Bắc; nước Mỹ mới chỉ lắp đặt 30 megawatt và toàn bộ số đó đều thuộc một dự án ngoài khơi tại Rhode Island. Hãy nhớ rằng nước Mỹ sử dụng khoảng 1.000 gigawatt điện, do đó, điện gió ngoài khơi chỉ cung cấp khoảng 1 phần 32.000 lượng điện của cả quốc gia.

Đối với ngành công nghiệp điện gió ngoài khơi, mọi thứ đang ở trong giai đoạn sơ khởi. Các công ty đang tìm cách tăng kích cỡ tua- bin để tạo nhiều năng lượng hơn, đồng thời họ cũng đang giải quyết một số thách thức kỹ thuật liên quan đến việc đặt các công trình kim loại lớn ngoài đại dương. Vì những cải tiến này làm giảm giá thành, nên các quốc gia đang lắp đặt nhiều tua-bin hơn; mức sử dụng điện gió ngoài khơi đã tăng với tốc độ trung

bình hằng năm là 25% trong vòng ba năm qua. Hiện nay, Vương quốc Anh là quốc gia sử dụng điện gió ngoài khơi nhiều nhất thế giới, điều đó là nhờ các khoản ưu đãi sáng suốt của chính phủ nhằm khuyến khích các công ty đầu tư vào lĩnh vực này. Trung Quốc đang đưa ra những khoản đầu tư lớn vào điện gió ngoài khơi và có khả năng sẽ trở thành quốc gia tiêu thụ điện gió lớn nhất thế giới vào năm 2030.

Nước Mỹ có sẵn lượng một lượng gió ngoài khơi đáng kể, đặc biệt là ở New England, Bắc California và Oregon, vùng duyên hải Vịnh Mexico, và Great Lakes; về mặt lý thuyết, chúng ta có thể sản xuất được 2.000 gigawatt điện – quá đủ để đáp ứng nhu cầu hiện tại.[14] Nhưng nếu muốn tận dụng được tiềm năng này, chúng ta sẽ phải khiến việc lắp đặt các tua-bin trở nên dễ dàng hơn. Ngày nay, việc cấp phép đòi hỏi phải vượt qua hệ thống pháp lý phức tạp: Bạn phải chi trả cho hợp đồng thuê của liên bang vốn thuộc dạng ít ỏi, sau đó trải qua một quá trình kéo dài nhiều năm để có được một bản tuyên bố về tác động môi trường, tiếp đến là xin cấp phép của tiểu bang và địa phương. Và ở mỗi bước trong quá trình này, bạn đều có thể bị phản đối (với lý do đúng đắn hoặc không) bởi các chủ sở hữu bất động sản bên bờ biển, ngành du lịch, ngư dân và các nhóm bảo vệ môi trường.

Gió ngoài khơi có rất nhiều tiềm năng: Nó ngày càng trở nên rẻ hơn và có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc giúp nhiều quốc gia loại bỏ carbon.

Địa nhiệt. Ở dưới lòng đất – nông nhất là trăm mét, sâu nhất là hơn một kilômét – là những tảng đá nóng có thể được sử dụng để sản xuất điện không carbon. Chúng ta có thể bơm nước với áp suất cao xuống các tảng đá này, nơi nó hấp thụ nhiệt và sau đó chảy ra theo đường khác; tại đây, nó sẽ làm quay tua-bin hoặc sản sinh điện theo một số phương thức khác.

Nhưng việc khai thác địa nhiệt cũng có mặt trái. Mật độ công suất của nó – mức năng lượng chúng ta thu được trên một mét vuông – là khá thấp. Trong cuốn sách tuyệt vời xuất bản vào năm 2009 mang tên *Sustainable Energy – Without the Hot Air* (tạm dịch: Năng lượng Bền vững – Không Nóng Toàn cầu), David MacKay đã ước tính rằng địa nhiệt có thể đáp ứng chưa đến 2% nhu cầu năng lượng của Vương quốc Anh, và chỉ mức đó thôi cũng sẽ đòi hỏi việc khai thác mọi mét vuông của đất nước và đồng thời việc khoan phải được thực hiện miễn phí.[15]

Chúng ta cũng phải đào hố để tiếp cận địa nhiệt, và rất khó để biết

trước liệu hố đó có thể đem lại những gì chúng ta cần hay không, và trong bao lâu. Khoảng 40% tất cả các hố được đào để khai thác địa nhiệt rốt cuộc lại vô dụng. Thêm vào đó, địa nhiệt chỉ có sẵn ở một vài địa điểm nhất định, những nơi lý tưởng thường là khu vực có hoạt động núi lửa trên mức trung bình.

Mặc dù những vấn đề này đồng nghĩa với việc năng lượng địa nhiệt sẽ chỉ đáp ứng một phần nhỏ cho mức tiêu thụ điện năng của thế giới, việc tiến hành giải quyết từng vấn đề một, giống như chúng ta đã làm với ô tô, vẫn sẽ mang lại lợi ích. Các công ty hiện đang nghiên cứu các cách cải tiến dựa trên những tiến bộ kỹ thuật vốn giúp cho việc khoan dầu và khí trở nên hiệu quả hơn rất nhiều trong những năm gần đây. Ví dụ, một số công ty đang phát triển các cảm biến tiên tiến có thể giúp việc tìm kiếm các nguồn địa nhiệt triển vọng dễ dàng hơn. Một số khác đang sử dụng các mũi khoan ngang để khai thác địa nhiệt theo cách an toàn và hiệu quả hơn. Đây là một ví dụ tuyệt vời về những công nghệ vốn được phát triển cho ngành công nghiệp nhiên liệu hóa thạch nhưng thực chất lại có thể đưa chúng ta tới một tương lai không phát thải.

LƯU TRỮ ĐIỆN

Pin. Tôi đã dành nhiều thời gian để tìm hiểu về pin hơn những gì mình tưởng tượng. (Đồng thời, tôi cũng mất nhiều tiền cho các công ty khởi nghiệp trong lĩnh vực này hơn những gì mình tưởng tượng.) Điều khiến tôi ngạc nhiên đó là, bất chấp tất cả những hạn chế của pin lithium-ion – loại pin được sử dụng trong máy tính xách tay và điện thoại di động – việc cải tiến chúng là rất khó khăn. Các nhà phát minh đã nghiên cứu tất cả các kim loại mà chúng ta có thể sử dụng cho pin, và dường như không có vật liệu nào có thể tạo ra một loại pin tốt hơn đáng kể so với loại mà chúng ta hiện đang sản xuất. Tôi nghĩ rằng chúng ta có thể cải thiện chúng lên gấp ba lần, nhưng không thể đến mức 50 lần.

Dẫu vậy, điều ấy không thể nào kìm hãm một nhà phát minh giỏi. Tôi đã gặp một số kỹ sư xuất sắc đang nghiên cứu những loại pin với giá cả phải chăng và có khả năng lưu trữ đủ năng lượng cho cả một thành phố – chúng tôi gọi nó là pin có quy mô lưới điện, trái ngược với loại nhỏ hơn cung cấp năng lượng cho điện thoại hoặc máy tính – và có khả năng lưu trữ đủ lâu để khắc phục hiện tượng gián đoạn theo mùa. Một nhà phát minh mà tôi ngưỡng mộ hiện đang phát triển một loại pin sử dụng kim loại lỏng thay vì kim loại rắn như trong các loại pin truyền thống. Ý tưởng ở đây là kim loại lỏng cho phép bạn lưu trữ và phát nhiều năng lượng hơn với

một tốc độ rất cao – đây chính là thứ bạn cần khi cung cấp năng lượng cho cả một thành phố. Công nghệ này đã được thử nghiệm thành công trong phòng thí nghiệm, và hiện đội ngũ phát triển đang cố gắng làm cho nó đủ rẻ để có thể mang lại lợi ích kinh tế và chứng minh rằng nó có hiệu quả trong lĩnh vực này.

Những nhà phát minh khác đang nghiên cứu một thứ được gọi là pin lỏng (flow battery). Công nghệ này lưu trữ chất lỏng trong các buồng riêng biệt và sau đó tạo ra điện bằng cách bơm các chất lỏng lại với nhau. Bồn chứa càng lớn, càng nhiều năng lượng có thể được lưu trữ; pin càng lớn, nó càng tiết kiệm.

Thủy điện tích năng. Đây là một phương pháp lưu trữ năng lượng ở quy mô thành phố. Nó có nguyên lý như sau: Khi điện ở mức rẻ (ví dụ, khi một cơn gió mạnh làm các tua-bin quay rất nhanh), bạn bơm nước lên đồi vào một hồ chứa; sau đó, khi nhu cầu sử dụng điện tăng cao, bạn cho nước chảy ngược xuống đồi, sử dụng nó để làm quay tua-bin và tạo ra nhiều điện hơn.

Thủy điện tích năng là hình thức lưu trữ có quy mô lưới điện thuộc hàng lớn nhất trên thế giới. Thật không may, điều đó không nói lên gì nhiều. Mười cơ sở lớn nhất tại nước Mỹ chỉ có thể lưu trữ lượng điện mà toàn bộ quốc gia có thể tiêu thụ trong chưa đến một giờ. Bạn có thể đoán được lý do tại sao công nghệ này không thực sự được phát triển: Để bơm nước lên một ngọn đồi, bạn cần một hồ chứa nước lớn và dĩ nhiên là cả một ngọn đồi. Nếu không có một trong hai, bạn sẽ không thể thành công.

Rất nhiều công ty đang nghiên cứu các giải pháp thay thế. Một trong số đó đang xem xét việc thay thế lượng nước được đưa lên đồi bằng thứ gì đó khác – chẳng hạn như những viên sỏi. Một vài công ty đang nghiên cứu một quy trình khác, trong đó họ thay thế ngọn đồi, chứ không phải là nước: Bạn bơm nước xuống dưới lòng đất, giữ nó ở đó với mức áp suất nhất định, sau đó xả nước khi cần phát điện. Nếu cách tiếp cận này có hiệu quả, nó sẽ làm nên một điều kỳ diệu, bởi vì chúng ta sẽ không còn phải lo lắng nhiều về diện tích trên bề mặt đất để sản xuất điện.

Lưu trữ nhiệt. Ý tưởng ở đây là khi điện rẻ, bạn sử dụng nó để làm nóng một số vật liệu. Sau đó, khi cần thiết, bạn có thể sử dụng động cơ nhiệt để tạo ra điện. Quá trình này có thể hoạt động với hiệu suất 50 hoặc 60%, một con số không hề tệ. Các kỹ sư đã biết đến nhiều loại vật liệu có thể giữ nhiệt trong thời gian dài mà không làm mất nhiều năng lượng; hướng tiếp cận hứa hẹn nhất mà một số nhà khoa học và công ty đang nghiên cứu là lưu trữ

nhiệt trong muối nóng chảy.

Tại TerraPower, chúng tôi đang cố gắng tìm ra cách sử dụng muối nóng chảy để (nếu có thể xây dựng một nhà máy) chúng tôi không phải cạnh tranh với điện được tạo ra từ năng lượng Mặt Trời vào ban ngày. Ý tưởng là lưu trữ nhiệt được tạo ra vào ban ngày, sau đó chuyển nó thành điện vào ban đêm, khi năng lượng Mặt Trời giá rẻ không sẵn có.

Hydro giá rẻ. Tôi hi vọng rằng chúng ta sẽ có được một số đột phá lớn trong lĩnh vực lưu trữ. Nhưng cũng có thể một số đổi mới sẽ xuất hiện và khiến tất cả những ý tưởng trên trở nên lỗi thời, cũng giống như cách máy tính cá nhân ra đời và ít nhiều khiến máy đánh chữ trở nên không cần thiết.

Hydro giá rẻ có thể làm được điều đó với lĩnh vực lưu trữ điện.

Nguyên nhân là bởi hydro là thành phần chính trong pin nhiên liệu. Các pin nhiên liệu thu được năng lượng từ phản ứng hóa học giữa hai loại khí – thường là hydro và oxy – và sản phẩm phụ duy nhất của chúng là nước. Chúng ta có thể sử dụng điện từ cánh đồng năng lượng Mặt Trời hoặc gió để tạo ra hydro, lưu trữ nó dưới dạng khí nén hoặc ở dạng khác, sau đó đưa vào pin nhiên liệu để tạo ra điện theo nhu cầu. Trên thực tế, chúng ta sẽ sử dụng điện sạch để tạo ra một loại nhiên liệu không carbon có thể được lưu trữ trong nhiều năm và chuyển trở lại thành điện trong một thời gian ngắn. Và chúng ta sẽ giải quyết được vấn đề về địa điểm mà tôi đã đề cập trước đó; dù không thể vận chuyển ánh sáng Mặt Trời trong một toa tàu, nhưng bạn có thể biến nó thành nhiên liệu trước và rồi vận chuyển theo bất kỳ cách nào mình muốn.

Nhưng chúng ta có một vấn đề là: Hiện tại, việc sản xuất hydro mà không làm phát thải carbon là rất tốn kém. Nó không hiệu quả bằng việc lưu trữ điện trực tiếp trong pin, bởi vì trước tiên bạn phải sử dụng điện để tạo ra hydro và sau đó sử dụng hydro đó để tạo ra điện. Thực hiện tất cả các bước này đồng nghĩa với việc mất đi năng lượng trong suốt quá trình.

Hydro cũng là một loại khí rất nhẹ, điều này khiến cho việc lưu nó trong một bình chứa với kích thước hợp lý trở nên khó khăn. Việc lưu trữ khí sẽ dễ dàng hơn nếu bạn nén nó lại (bạn có thể cho nhiều khí hơn vào bình chứa cùng thể tích), nhưng vì các phân tử hydro rất nhỏ nên khi bị nén, chúng có thể đi qua kim loại. Việc này giống như thể bình chứa của bạn dần dần bị rò rỉ khí khi bạn tiếp tục bơm đầy nó.

Cuối cùng, quá trình sản xuất hydro (gọi là điện phân) cũng đòi hỏi nhiều loại vật liệu (gọi là chất điện phân) có giá khá cao. Tại California, nơi người ta đang sử dụng ô tô chạy bằng pin nhiên liệu, chi phí của hydro tương đương với việc trả 1,48 đô-la cho một lít xăng. Vì vậy, các nhà khoa học đang thử nghiệm với những vật liệu rẻ hơn có thể được dùng làm chất điện phân.

NHỮNG CẢI TIẾN KHÁC

Thu hồi carbon. Chúng ta có thể tiếp tục sản xuất điện như hiện nay bằng khí đốt tự nhiên và than đá, nhưng sẽ thu hồi hết carbon dioxit trước khi nó bay vào bầu khí quyển. Phương pháp này được gọi là thu hồi và lưu giữ carbon, và nó bao gồm việc lắp đặt thiết bị đặc biệt tại nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch để hấp thụ khí thải. Những thiết bị "thu hồi tại chỗ" này đã tồn tại trong nhiều thập niên, nhưng rất đắt đỏ khi mua và vận hành, và thường chỉ thu được 90% lượng khí nhà kính; bên cạnh đó, các công ty điện lực cũng không thu được lợi ích gì từ việc lắp đặt chúng. Vì vậy, chúng rất ít khi được sử dụng. Các chính sách công sáng suốt có thể tạo ra động lực để sử dụng thiết bị thu hồi carbon, một chủ đề mà chúng ta sẽ quay lại trong Chương 10 và Chương 11.

Trước đó, tôi đã đề cập đến một công nghệ có liên quan tên là thu khí trực tiếp (DAC). Nó làm được chính xác những gì đã được nhắc đến trong tên gọi của mình: trực tiếp thu giữ khí carbon từ không khí. DAC linh hoạt hơn thu hồi tại chỗ vì nó có thể được sử dụng ở bất cứ đâu. Và rất có khả năng nó sẽ trở thành một phần quan trọng của quá trình đạt được con số 0; một nghiên cứu của Viện Hàn lâm Khoa học Quốc gia Mỹ đã chỉ ra rằng chúng ta cần loại bỏ khoảng mười tỉ tấn carbon dioxit mỗi năm vào giữa thế kỷ và khoảng 20 tỉ vào cuối thế kỷ này.[16]

Nhưng DAC là một thách thức kỹ thuật lớn hơn nhiều so với thu hồi tại chỗ, lý do là vì nồng độ carbon dioxit thấp trong không khí. Khi khí thải đi ra trực tiếp từ một nhà máy than, chúng có nồng độ rất cao, khoảng 10% carbon dioxit, nhưng một khi đã ở trong bầu khí quyển, nơi DAC hoạt động, chúng sẽ phân tán rộng khắp. Xác suất để một phân tử ngẫu nhiên trong bầu khí quyển là carbon dioxit chỉ bằng một trên 2.500.

Các công ty đang nghiên cứu những loại vật liệu mới có khả năng hấp thụ carbon dioxit tốt hơn, điều này sẽ khiến việc thu hồi tại chỗ cũng như DAC rẻ và hiệu quả hơn. Ngoài ra, các hướng tiếp cận hiện tại đối với DAC đòi hỏi rất nhiều năng lượng để hấp thụ

khí nhà kính, thu gom và lưu giữ chúng một cách an toàn. Không có cách nào để thực hiện tất cả những công việc đó mà không sử dụng một chút năng lượng nào; các giới hạn về vật lý đặt ra một mức năng lượng tối thiểu cần có. Nhưng kể cả công nghệ mới nhất cũng sử dụng nhiều năng lượng hơn mức tối thiểu ấy, vì vậy, vẫn còn rất nhiều điều cần được cải thiện.

Tiết kiệm. Tôi đã từng chế giễu ý tưởng cho rằng sử dụng năng lượng hiệu quả hơn sẽ giúp ngăn chặn biến đổi khí hậu. Cơ sở lý luận của tôi là nếu chỉ có nguồn lực hạn chế để giảm thiểu lượng khí thải (và sự thực đúng là như vậy), thì bạn sẽ tạo ra được nhiều tác động nhất bằng cách hướng tới việc không phát thải, thay vì chi rất nhiều tiền để cố gắng làm giảm nhu cầu năng lượng.

Dù vẫn chưa hoàn toàn từ bỏ quan điểm trên, nhưng tôi đã trở nên ít gay gắt hơn khi nhận ra rằng cần bao nhiêu đất để sản xuất thêm một lượng lớn điện từ năng lượng Mặt Trời và gió. Một cánh đồng năng lượng Mặt Trời cần diện tích đất nhiều gấp từ năm đến 50 lần để tạo ra lượng điện tương đương với một nhà máy điện than, và gió cần nhiều đất gấp mười lần năng lượng Mặt Trời. Chúng ta nên làm mọi thứ có thể để tăng khả năng thành công của tương lai 100% điện sạch; điều đó sẽ dễ dàng hơn nếu chúng ta làm giảm nhu cầu về điện ở bất cứ nơi nào có thể. Bất cứ điều gì làm giảm khối lượng công việc mà chúng ta phải làm.

Ngoài ra còn có một hướng tiếp cận có liên quan được gọi là điều chỉnh nhu cầu, khi đó điện năng sẽ được sử dụng ổn định trong suốt một ngày. Nếu triển khai việc này rộng rãi, nó sẽ thể hiện một sự thay đổi khá lớn trong cách chúng ta tư duy về việc sử dụng năng lượng. Hiện tại, chúng ta có xu hướng tạo ra năng lượng khi cần sử dụng – chẳng hạn như tăng công suất của các nhà máy điện để thắp sáng thành phố vào ban đêm. Tuy nhiên, khi điều chỉnh nhu cầu, chúng ta làm ngược lại: Sử dụng nhiều điện hơn khi nó có giá rẻ nhất.

Ví dụ, bình nóng lạnh của bạn có thể được bật vào 4 giờ chiều, khi nhu cầu sử dụng điện ít hơn, thay vì 7 giờ tối. Hoặc bạn có thể cắm sạc cho xe điện khi về nhà trong ngày và nó sẽ tự động chờ đến 4 giờ sáng để sạc, khi điện rẻ vì quá ít người sử dụng vào thời gian đó. Ở cấp độ công nghiệp, các quy trình sử dụng nhiều năng lượng như xử lý nước thải và sản xuất nhiên liệu hydro có thể được thực hiện vào thời điểm trong ngày khi việc sản xuất điện là dễ dàng nhất.

Nếu việc điều chỉnh nhu cầu có tác động đáng kể trong tương lai,

chúng ta sẽ cần một số thay đổi về chính sách, cũng như một số tiến bộ về công nghệ. Ví dụ, các công ty cung cấp điện sẽ phải cập nhật giá điện trong ngày để tính đến sự thay đổi của cung và cầu, bình nóng lạnh và ô tô điện cũng cần phải đủ thông minh để tận dụng thông tin về giá để hoạt động phù hợp. Và trong những trường hợp đặc biệt, khi việc sản xuất điện rất khó khăn, chúng ta cần có khả năng cắt giảm nhu cầu, nghĩa là phân bổ điện, ưu tiên cho những hoạt động cấp thiết nhất (chẳng hạn như bệnh viện) và tạm ngừng các hoạt động không cần thiết.

—

Hãy nhớ rằng, mặc dù chúng ta cần theo đuổi tất cả những ý tưởng trên, nhưng có lẽ tất cả đều không nhất thiết phải thành công mới có thể giúp loại bỏ carbon khỏi lưới điện. Một vài ý tưởng có phần chồng chéo. Ví dụ, nếu đạt được một bước đột phá với hydro giá rẻ, chúng ta có thể không cần phải lo lắng nhiều về việc tạo ra một loại pin kỳ diệu.

Điều tôi có thể khẳng định chắc chắn là chúng ta cần một kế hoạch cụ thể để phát triển các lưới điện mới – với khả năng cung cấp điện không carbon ổn định, có giá cả phải chăng và sẵn sàng đáp ứng vào bất cứ khi nào cần thiết. Nếu tôi được thần đèn ban cho một điều ước về một đột phá duy nhất chỉ trong một hoạt động gây nên biến đổi khí hậu, tôi sẽ chọn sản xuất điện: Nó sẽ đóng một vai trò lớn trong việc loại bỏ carbon khỏi các thành phần khác trong nền kinh tế. Phần sau sẽ được dành để nói về một trong các thành phần này – cách chúng ta sản xuất những thứ như thép và xi măng.

Chương 5
Cách chúng ta sản xuất

31% của 51 tỉ tấn mỗi năm

Quãng đường từ Medina, Washington, nơi Melinda và tôi đang sinh sống, tới trụ sở chính của Quỹ Gates tại Seattle là gần 13 km. Muốn đến được văn phòng, tôi phải đi qua Hồ Washington trên cây cầu có tên chính thức là Cầu nổi Evergreen Point, mặc dù không ai sống ở khu vực quanh đây thực sự gọi nó như vậy; đối với người dân địa phương, nó là cầu 520, được đặt tên theo đường cao tốc của bang chạy ngang qua. Với độ cao hơn 2 km, đây là cây cầu nổi dài nhất thế giới.

Thỉnh thoảng, khi đi qua cầu 520, tôi dành một chút thời gian để cảm nhận sự kỳ diệu của nó. Không phải vì độ dài của nó, mà vì nó là một cây cầu nổi. Làm thế nào mà công trình khổng lồ được tạo ra bằng hàng tấn nhựa đường, bê tông, thép với hàng trăm chiếc ô tô di chuyển phía trên lại có thể nổi trên mặt hồ? Tại sao nó không chìm?

Câu trả lời là một điều kỳ diệu của ngành xây dựng với cơ sở là một vật liệu tuyệt vời: bê tông. Thoạt đầu thì điều này có vẻ kỳ lạ, vì thông thường, chúng ta chẳng hề nghĩ rằng một khối bê tông nặng nề có thể nổi trên mặt nước. Mặc dù đúng là bê tông nặng nề – đủ rắn để hấp thụ bức xạ trong bệnh viện – nhưng nó cũng có thể được sử dụng để tạo thành các hình dạng rỗng, chẳng hạn như 77 chiếc phao kín nước, chứa đầy không khí được sử dụng để nâng đỡ cho cầu 520. Mỗi chiếc phao nặng hàng nghìn tấn, có thể nổi trên mặt hồ và đủ vững chắc để nâng đỡ cây cầu và tất cả những chiếc xe đang chạy qua, hay nhích qua trong những giờ tắc đường hằng ngày.[1]

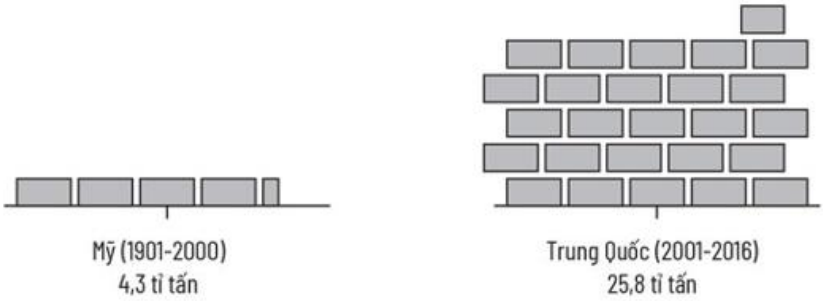
Đây là cây cầu 520 tại Seattle, nơi tôi đi qua mỗi lần lái xe từ nhà đến trụ sở của Quỹ Gates. Nó là một điều kỳ diệu của kỹ thuật hiện đại.[2]

Bạn không cần phải thật tinh tế mới nhận ra được những điều kỳ diệu khác được tạo ra bằng bê tông. Nó không rỉ, không mục nát, không bắt cháy; đó là lý do vì sao vật liệu này là thành phần trong hầu hết các tòa nhà hiện đại. Nếu yêu thích thủy điện, bạn nên trân trọng bê tông vì nó đã khiến cho việc xây dựng các con đập trở nên khả thi. Lần sau thấy tượng Nữ thần Tự do, hãy nhìn vào phần bệ mà bà đang đứng; nó được làm bằng 27.000 tấn bê tông.[3]

Bê tông cũng có sức hấp dẫn rất lớn với nhà phát minh vĩ đại nhất nước Mỹ. Thomas Edison đã từng cố gắng tạo ra một ngôi nhà được xây dựng hoàn toàn từ vật liệu này.[4] Ông mơ đến việc tạo ra nội thất bằng bê tông, chẳng hạn như vật dụng trong phòng ngủ; ông thậm chí còn cố gắng thiết kế một máy ghi âm bằng bê tông.

Những ý tưởng này của Edison không bao giờ trở thành hiện thực; dẫu vậy, chúng ta vẫn sử dụng rất nhiều bê tông. Hằng năm, với việc xây mới cũng như thay thế hoặc sửa chữa nhà cửa, cầu đường, chỉ riêng nước Mỹ đã sản xuất hơn 96 triệu tấn xi măng, một trong những thành phần chính của bê tông. Con số này tương đương với gần 600 bảng Anh tính trên đầu người. Và nước Mỹ thậm chí còn không phải là những người tiêu thụ vật liệu này nhiều nhất – vị trí ấy thuộc về Trung Quốc; trong 16 năm đầu của

thế kỷ XXI, quốc gia này đã sử dụng bê tông nhiều hơn so với nước Mỹ trong toàn bộ thế kỷ XX!



Trung Quốc sản xuất rất nhiều xi măng. Đất nước này đã sản xuất nhiều xi măng trong thế kỷ XXI hơn so với nước Mỹ trong toàn bộ thế kỷ XXI. (Cục Khảo sát Địa chất Mỹ)[5]

Dĩ nhiên là xi măng và bê tông không phải là những vật liệu duy nhất mà chúng ta sử dụng. Ngoài ra chúng ta còn có thép trong ô tô, tàu thủy và tàu hỏa; tủ lạnh và bếp lò; thiết bị sản xuất; hộp thức ăn chế biến sẵn và thậm chí là cả máy tính. Thép rắn chắc, rẻ, bền và có thể tái chế vô hạn. Nó cũng có tác dụng tuyệt vời khi được kết hợp với bê tông: Khi đưa các thanh thép vào trong lõi của khối bê tông, bạn sẽ có một vật liệu xây dựng kỳ diệu có khả năng chịu được nhiều tấn trọng lượng, đồng thời không vỡ khi bị xoắn vặn. Đó là lý do tại sao chúng ta sử dụng bê tông cốt thép trong hầu hết các tòa nhà và cây cầu.

Người Mỹ sử dụng thép cũng nhiều như xi măng – tức là lại thêm 600 bảng Anh mỗi năm tính theo đầu người, chưa kể đến lượng thép mà chúng ta tái chế và tái sử dụng.

Nhựa là một loại vật liệu tuyệt vời khác. Chúng được sử dụng trong rất nhiều sản phẩm, từ quần áo và đồ chơi cho đến đồ nội thất, ô tô và điện thoại di động, nhiều đến nỗi không thể liệt kê hết. Hiện nay, nhựa đang mang một hình ảnh xấu, và việc này cũng có phần hợp lý. Nhưng nó cũng mang lại rất nhiều lợi ích. Khi viết chương này, tôi đang ngồi tại bàn làm việc và được bao quanh bởi rất nhiều đồ nhựa: máy tính, bàn phím, màn hình, chuột, dập ghim, điện thoại... Nhựa cũng là vật liệu giúp các loại xe tiết kiệm nhiên liệu nhẹ hơn; chúng chiếm tới nửa thể tích của một chiếc ô tô, nhưng chỉ đóng góp 10% trọng lượng.[6]

Tiếp đến là thủy tinh – chúng ở trong cửa sổ, lọ và chai, vật liệu cách nhiệt, ô tô và những sợi cáp quang được sử dụng để tạo ra kết

nối Internet tốc độ cao. Nhôm có ở trong các lon nước ngọt, giấy bạc, đường dây điện, tay nắm cửa, xe lửa, máy bay và các thùng bia. Phân bón giúp cung cấp lương thực cho toàn thế giới. Nhiều năm trước, tôi đã dự đoán sự biến mất của giấy khi truyền thông điện tử và màn hình trở nên phổ biến hơn, nhưng không hề có nhiều dấu hiệu cho thấy nó sẽ sớm biến mất.

Nói tóm lại, những vật liệu chúng ta tạo ra đã trở nên thiết yếu trong cuộc sống hiện đại, cũng giống như điện vậy. Chúng ta sẽ không loại bỏ chúng. Ngược lại, chúng ta còn sử dụng chúng nhiều hơn khi dân số thế giới gia tăng và mức sống cao hơn.

Có rất nhiều dữ liệu ủng hộ cho khẳng định này – chẳng hạn, chúng ta sẽ sản xuất thép nhiều hơn 50% vào giữa thế kỷ này so với thời điểm hiện tại – nhưng tôi nghĩ hai bức ảnh dưới đây cũng thuyết phục không kém.

Hãy thử nhìn xem. Đây có phải là hai thành phố khác nhau?

Hình ảnh về sự phát triển – dù điều này có tốt hay xấu đi chăng nữa. Thượng Hải năm 1987 (trái) và 2013 (phải).[7]

Câu trả lời là không. Cả hai đều là ảnh của Thượng Hải, được chụp từ cùng một vị trí. Bức bên trái được chụp vào năm 1987, bức bên phải vào năm 2013. Khi nhìn vào tất cả những tòa nhà mới trong bức ảnh bên phải, tôi nhận ra đó là hàng tấn thép, xi măng, thủy tinh và nhựa.

Câu chuyện này đang được lặp lại trên khắp thế giới, mặc dù tốc độ tăng trưởng ở hầu hết mọi nơi không được ấn tượng như Thượng Hải. Tôi sẽ nhắc lại một chủ đề đã xuất hiện nhiều lần trong cuốn sách này: *Sự phát triển này là một điều tốt*. Sự tăng trưởng nhanh chóng mà bạn thấy trong hai bức ảnh này đồng nghĩa với việc cuộc sống của con người đang được cải thiện theo

vô số cách. Họ đang kiếm được nhiều tiền hơn, được giáo dục tốt hơn và có nguy cơ chết sớm thấp hơn. Bất cứ ai quan tâm đến việc chống đói nghèo nên coi đây là một tin tốt.

Nhưng, tôi sẽ lại nhắc đến một chủ đề khác cũng đã xuất hiện rất nhiều trong cuốn sách này: *Trong cái may có cái rủi*. Việc tạo ra số vật liệu này đồng nghĩa với thải ra rất nhiều khí nhà kính. Trên thực tế, nó chịu trách nhiệm cho khoảng một phần ba tổng lượng khí thải trên toàn thế giới. Và trong một số trường hợp, đặc biệt là với bê tông, chúng ta không có phương pháp thiết thực nào để tạo ra chúng mà không làm phát thải carbon.

Vì vậy, hãy cùng tìm cách giải quyết vấn đề này – cách để tiếp tục sản xuất những vật liệu này mà không tàn phá khí hậu. Để ngắn gọn, chúng ta sẽ tập trung vào ba trong số các vật liệu quan trọng nhất: thép, bê tông và nhựa. Như đã làm với điện, chúng ta sẽ xem xét nguyên nhân dẫn đến tình hình hiện tại và lý do tại sao những vật liệu này tạo ra nhiều vấn đề cho khí hậu. Sau đó, chúng ta sẽ tính toán Chi phí Xanh để làm giảm lượng khí thải bằng những công nghệ hiện nay, đồng thời xem xét các phương thức để làm giảm Chi phí Xanh và tạo ra tất cả những vật liệu này mà không thải ra carbon.

—

Lịch sử của thép bắt đầu từ 4.000 năm trước. Một loạt các phát minh thú vị đã đưa con người tiến từ thời kỳ Đồ sắt đến thứ thép linh hoạt, rẻ tiền mà chúng ta có ngày nay; nhưng theo kinh nghiệm của bản thân tôi thì hầu hết mọi người đều không muốn nghe nhiều về sự khác biệt giữa các loại lò và phương pháp Bessemer. Vì vậy, tôi sẽ chỉ nhắc đến những điều chính mà bạn cần biết.

Chúng ta thích sử dụng thép vì nó chắc chắn nhưng đồng thời cũng dễ tạo hình khi đang ở nhiệt độ cao. Để tạo ra thép, bạn cần sắt nguyên chất và carbon; nếu đứng một mình, sắt sẽ không quá chắc chắn, nhưng khi thêm một lượng carbon vừa đủ – ít hơn 1%, tùy thuộc vào loại thép bạn muốn tạo ra – các nguyên tử carbon sẽ chen vào giữa các nguyên tử sắt, tạo thành những thuộc tính quan trọng của thép.

Carbon và sắt đều không khó kiếm – carbon có thể được lấy từ than đá, còn sắt là một nguyên tố phổ biến trong vỏ Trái Đất. Nhưng sắt nguyên chất khá hiếm: Khi bạn khai thác kim loại, nó

hầu như luôn đi cùng oxy và các nguyên tố khác – một hỗn hợp được gọi là quặng sắt.

Để tạo ra thép, bạn cần tách oxy khỏi sắt và thêm vào một chút carbon. Hai điều này có thể được thực hiện cùng lúc bằng cách nấu chảy quặng sắt ở nhiệt độ rất cao (1.700 độ C), cùng với oxy và than cốc. Ở nhiệt độ đó, quặng sắt giải phóng oxy và than cốc giải phóng carbon. Một phần carbon sẽ liên kết với sắt, tạo thành thép và phần carbon còn lại sẽ bám vào oxy, tạo thành sản phẩm phụ không mong muốn: carbon dioxit – khá nhiều carbon dioxit. Việc sản xuất một tấn thép tạo ra khoảng 1,8 tấn carbon dioxit.

Tại sao chúng ta lại sử dụng phương pháp này? Bởi vì nó rẻ và trước khi những mối lo về biến đổi khí hậu bắt đầu xuất hiện, chúng ta không hề có bất kỳ động lực nào để thay đổi phương pháp. Quặng sắt khá dễ khai thác (và do đó không tốn kém). Than cũng không đắt vì có trữ lượng lớn trong lòng đất.

Vì vậy, thế giới sẽ tiếp tục làm việc này, tạo ra nhiều thép hơn, ngay cả khi mức sản xuất tại nước Mỹ về cơ bản là không đổi. Một số quốc gia khác hiện sản xuất nhiều thép thô hơn Mỹ – trong số đó có Trung Quốc, Ấn Độ và Nhật Bản. Đến năm 2050, thế giới sẽ sản xuất khoảng 2,8 tỉ tấn thép mỗi năm. Kết quả sẽ là tổng cộng năm tỉ tấn carbon dioxit được thải ra mỗi năm vào giữa thế kỷ này chỉ từ việc sản xuất thép, trừ phi chúng ta có một phương pháp sản xuất xanh.

Dù việc trên có khó khăn đến đâu, thì vấn đề với bê tông sẽ còn gian nan hơn nữa. Để tạo ra vật liệu này, bạn cần trộn lẫn sỏi, cát, nước và xi măng. Ba thứ đầu tiên tương đối vô hại; xi măng mới chính là vấn đề đối với khí hậu.

Để tạo ra xi măng, bạn cần canxi. Để có được canxi, bạn lấy đá vôi – thành phần của nó có carbon và oxy – và đốt nó trong lò cùng với một số vật liệu khác.

Với sự xuất hiện của carbon và oxy, có lẽ bạn đã nhận ra được kết quả của quá trình này. Sau khi nung đá vôi, bạn sẽ có thứ mình muốn – canxi cho xi măng – cộng với một sản phẩm ngoài ý muốn: carbon dioxit. Chúng ta không biết cách nào khác để sản xuất xi măng. Đó là một phản ứng hóa học – *đá vôi cộng với nhiệt bằng calcium oxit và carbon dioxit* – không có cách nào tránh được việc này. Một mối quan hệ một đổi một, tạo ra một tấn xi măng và bạn sẽ nhận lại một tấn carbon dioxit.

Và, cũng giống với thép, không có lý do gì để nghĩ rằng con người sẽ ngừng sản xuất xi măng. Cho đến thời điểm hiện tại, Trung Quốc là nhà sản xuất lớn nhất, gấp bảy lần quốc gia ở vị trí thứ hai là Ấn Độ và nhiều hơn toàn bộ phần còn lại của thế giới cộng lại.[8] Từ nay cho đến năm 2050, sản lượng xi măng hằng năm của thế giới sẽ tăng lên một chút – do sự bùng nổ của ngành xây dựng đã chậm lại ở Trung Quốc và tăng lên ở các nước nhỏ hơn thuộc diện đang phát triển – trước khi giảm xuống gần bốn tỉ tấn mỗi năm, gần bằng với mức hiện nay.[9]

So với xi măng và thép, nhựa là "em út" của nhóm. Mặc dù con người đã sử dụng nhựa tự nhiên, chẳng hạn như cao su, từ hàng ngàn năm trước, nhựa tổng hợp chỉ bắt đầu xuất hiện vào những năm 1950, nhờ một số đột phá trong lĩnh vực kỹ thuật hóa học. Ngày nay có hơn 20 loại nhựa, và những loại bạn thường thấy – chẳng hạn như polypropylene trong hộp đựng sữa chua – cho đến những loại có các công dụng đáng ngạc nhiên hơn như acrylic trong sơn, chất tẩy sàn và bột giặt; các hạt vi nhựa trong xà phòng và dầu gội đầu; nylon trong áo khoác chống thấm nước của bạn; hay polyester trong tất cả những bộ quần áo đáng xấu hổ mà tôi đã mặc vào những năm 1970.

Tất cả các loại nhựa này đều có một điểm chung: Chúng chứa carbon. Hóa ra, carbon rất hữu ích trong việc tạo ra nhiều loại vật liệu vì nó có khả năng liên kết dễ dàng với nhiều loại nguyên tố; trong trường hợp của nhựa, nó thường liên kết với hydro và oxy.

Vì đã đọc đến đây, bạn có lẽ sẽ không ngạc nhiên khi biết nguồn carbon của các công ty sản xuất nhựa. Họ lấy nó bằng cách lọc dầu, than, hoặc khí tự nhiên và sau đó xử lý thành phẩm theo nhiều cách khác nhau. Điều này giúp giải thích cho việc nhựa luôn được biết đến là vật liệu rẻ tiền: Giống như xi măng và thép, nhựa rẻ vì nhiên liệu hóa thạch rẻ.

Nhưng có một điều quan trọng tạo nên điểm khác biệt cơ bản giữa nhựa và hai vật liệu kia. Khi sản xuất xi măng hoặc thép, carbon dioxit sẽ được thải ra như một sản phẩm phụ không thể tránh khỏi, còn đối với sản xuất nhựa, khoảng một nửa lượng carbon vẫn ở lại trong thành phẩm (tỉ lệ phần trăm trên thực tế dao động khá nhiều, tùy thuộc vào loại nhựa bạn đang nói đến, nhưng khoảng 50% là một ước tính hợp lý). Carbon thực sự ưa liên kết với oxy và hydro và nó thường không từ bỏ liên kết này. Phải mất đến hàng trăm năm, nhựa mới chịu phân hủy.

Đó là một vấn đề nghiêm trọng với môi trường, bởi vì lượng nhựa

bị thải ra các bãi rác và đại dương sẽ vẫn còn tồn tại trong một thế kỷ hoặc hơn. Vấn đề này cần được giải quyết: Những mảnh nhựa trôi nổi trên đại dương gây ra rất nhiều tác hại, bao gồm cả việc đầu độc sinh vật biển. Nhưng chúng không làm cho biến đổi khí hậu trở nên tồi tệ hơn. Xét riêng về khía cạnh khí thải, carbon trong nhựa không phải là vấn đề. Bởi vì nhựa mất rất nhiều thời gian để phân hủy, tất cả nguyên tử carbon ở trong nhựa sẽ không đi vào bầu khí quyển và làm tăng nhiệt độ – ít nhất là trong một khoảng thời gian rất dài.

Tôi sẽ tạm dừng ở đây để nhấn mạnh rằng phần thảo luận ngắn này chỉ đề cập đến ba trong số những vật liệu quan trọng nhất mà chúng ta sản xuất ngày nay. Tôi không nhắc đến phân bón, thủy tinh, giấy, nhôm và nhiều vật liệu khác. Nhưng điểm mấu chốt vẫn không thay đổi: Chúng ta sản xuất một lượng lớn vật liệu, tạo ra một lượng lớn khí nhà kính – gần một phần ba của 51 tỉ tấn khí mỗi năm. Chúng ta cần giảm lượng khí thải này xuống 0, nhưng việc ngừng sản xuất không phải là một lựa chọn. Trong phần còn lại của chương này, chúng ta sẽ xem xét các giải pháp thay thế, ước tính Chi phí Xanh sẽ cao đến đâu, sau đó tập trung vào cách công nghệ có thể làm giảm mức phí này để khiến tất cả các bên đều muốn áp dụng phương pháp không phát thải.

—

Để xác định Chi phí Xanh đối với các vật liệu, bạn cần biết khí thải đến từ đâu trong quá trình sản xuất. Tôi xem xét điều này ba giai đoạn: Chúng ta thải ra khí nhà kính (1) khi sử dụng nhiên liệu hóa thạch để tạo ra lượng điện mà các nhà máy cần để sản xuất; (2) khi sử dụng nhiên liệu hóa thạch để tạo ra lượng nhiệt cần thiết cho các quá trình sản xuất, chẳng hạn như nấu chảy quặng sắt để luyện thép; và (3) khi chúng ta tạo ra vật liệu, giống như việc sản xuất xi măng chắc chắn sẽ tạo ra carbon dioxit. Hãy xem xét từng giai đoạn một và xem chúng tác động như thế nào đến Chi phí Xanh.

Đối với giai đoạn đầu tiên, sản xuất điện, chúng ta đã đề cập đến hầu hết các thách thức chính trong Chương 4. Sau khi tính đến việc lưu trữ và truyền tải, và việc nhiều nhà máy cần nguồn điện ổn định suốt ngày đêm, chi phí của điện sạch sẽ tăng cao – và cao hơn nhiều với hầu hết các quốc gia khác ngoài Mỹ hoặc châu Âu.

Sau đó là giai đoạn thứ hai: Làm thế nào chúng ta có thể tạo ra nhiệt mà không đốt nhiên liệu hóa thạch? Nếu không cần nhiệt

độ quá cao, bạn có thể sử dụng máy bơm nhiệt chạy điện và các công nghệ khác. Nhưng khi bạn đang cần hàng nghìn độ C, điện không phải là một lựa chọn có lợi về mặt kinh tế – ít nhất là với công nghệ ngày nay. Bạn sẽ phải sử dụng năng lượng hạt nhân hoặc đốt nhiên liệu hóa thạch và xử lý khí thải bằng các thiết bị hấp thụ carbon. Thật không may, việc hấp thụ carbon không miễn phí. Nó làm tăng thêm chi phí cho nhà sản xuất và mức phí này được chuyển lại cho người tiêu dùng.

Cuối cùng là giai đoạn thứ ba: Chúng ta có thể làm gì đối với các quá trình luôn luôn tạo ra khí nhà kính? Hãy nhớ rằng việc sản xuất thép và xi măng thải ra carbon dioxit – không chỉ từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch mà còn là kết quả của các phản ứng hóa học thiết yếu để tạo ra chúng.

Hiện giờ, câu trả lời đã rõ ràng: Trừ phi ngừng sản xuất những vật liệu như vậy, bằng không, chúng ta không thể làm gì để loại bỏ lượng khí thải này. Nếu muốn loại bỏ chúng bằng cách sử dụng bất kỳ công nghệ nào hiện đang có sẵn, các lựa chọn của chúng ta sẽ bị hạn chế như ở giai đoạn thứ hai. Chúng ta sẽ phải sử dụng nhiên liệu hóa thạch và thu hồi carbon – và việc này lại làm tăng thêm chi phí.

Với ba giai đoạn này, hãy cùng xem xét Chi phí Xanh của việc sử dụng công nghệ hấp thụ carbon để sản xuất nhựa, thép và xi măng sạch.

Chi phí Xanh cho nhựa, thép và xi măng[10]

Vật liệu	Ethylene (nhựa)	Thép	Xi măng
Giá trung bình mỗi tấn	1.000 đô-la	750 đô-la	125 đô-la
Carbon phát thải trên mỗi tấn	1,3 tấn	1,8 tấn	1 tấn
Giá sau khi đã hấp thụ carbon	1.087-1.155 đô-la	871-964 đô-la	219-300 đô-la
Chi phí Xanh	**9-15%**	**16-29%**	**75-140%**

Ngoại trừ trường hợp của xi măng, những khoản phí này dường như không nhiều. Và đúng là trong một số trường hợp, người tiêu dùng có thể sẽ không gặp bất cứ vấn đề nào cả. Ví dụ, một chiếc ô tô trị giá 30.000 đô-la có thể chứa một tấn thép; và dù loại thép này có giá 750 hay 950 đô-la, thì giá của chiếc xe nhìn chung vẫn không quá khác biệt. Ngay cả đối với chai nước ngọt giá 2 đô-la mà bạn đã mua ở máy bán hàng tự động, nhựa cũng có một tỉ trọng rất nhỏ trong giá tổng thể.

Nhưng giá người tiêu dùng phải trả không phải là yếu tố quan trọng duy nhất. Giả sử bạn là một kỹ sư đang làm việc cho thành phố Seattle, và bạn đang xem xét các hồ sơ dự thầu cho việc sửa chữa một trong số các cây cầu của thành phố. Một nhà thầu tính phí 125 đô-la một tấn cho xi măng, và một nhà thầu khác tính 250 đô-la một tấn, do đã thêm chi phí thu hồi carbon. Bạn sẽ chọn bên nào? Nếu không có chính sách khuyến khích xi măng không carbon, bạn hẳn sẽ chọn loại rẻ hơn.

Hoặc, nếu bạn điều hành một công ty ô tô, bạn có sẵn sàng chi thêm 25% số tiền cho toàn bộ lượng thép nhập về? Có lẽ là không, đặc biệt là nếu đối thủ cạnh tranh của bạn quyết định vẫn sử dụng loại vật liệu rẻ hơn. Bạn sẽ chẳng thể thoải mái mặc dù giá xe chỉ tăng lên một chút. Biên lợi nhuận của bạn vốn đã khá nhỏ và bạn sẽ không vui khi thấy giá của một trong những mặt hàng quan trọng nhất tăng một phần tư. Trong một ngành có tỉ suất lợi nhuận nhỏ, mức gia tăng chi phí 25% có thể dẫn đến sự khác biệt giữa tiếp tục kinh doanh và phá sản.

Mặc dù có những nhà sản xuất trong một số ngành công nghiệp sẵn sàng gánh chịu chi phí để đổi lấy quyền nói rằng họ đang góp phần vào công cuộc chống lại biến đổi khí hậu, nhưng với mức giá này, chúng ta sẽ không bao giờ thúc đẩy được sự thay đổi cần có trên toàn hệ thống để đạt được con số 0. Chúng ta cũng không thể trông chờ vào việc người tiêu dùng để làm giảm giá thành bằng cách gia tăng nhu cầu đối với các sản phẩm xanh. Rốt cuộc thì, người tiêu dùng không mua xi măng hay thép – các tập đoàn lớn mới là bên mua.

Có nhiều cách khác nhau để làm giảm Chi phí Xanh. Một trong số đó là sử dụng các chính sách công để tạo ra nhu cầu đối với các sản phẩm sạch – ví dụ, bằng cách tạo ra các ưu đãi hoặc thậm chí các yêu cầu đối với việc sử dụng xi măng hoặc thép không carbon. Nhiều khả năng các doanh nghiệp sẽ mua vật liệu sạch nếu có sự yêu cầu từ luật pháp, khách hàng, và nếu đối thủ cạnh tranh của họ cũng làm điều tương tự. Tôi sẽ đề cập đến những ưu đãi này trong Chương 10 và Chương 11.

Nhưng – đây là điều quan trọng – chúng ta cần phải đổi mới các quy trình sản xuất để không gây phát thải carbon. Hãy cùng cân nhắc một số cơ hội.

—

Trong tất cả các vật liệu tôi đã đề cập đến trong chương này, xi

măng là trường hợp phức tạp nhất. Thật khó để tránh được một sự thật cơ bản – đá vôi cộng với nhiệt bằng calcium oxit và carbon dioxit. Nhưng một số công ty đã có những ý tưởng rất hay.

Một hướng tiếp cận là đưa carbon dioxit tái chế – có thể được thu hồi trong quá trình sản xuất xi măng – trở lại xi măng trước khi đem đi sử dụng tại công trường. Công ty đang phát triển ý tưởng này hiện đã có hàng chục khách hàng, bao gồm cả Microsoft và McDonald's; cho đến thời điểm hiện tại, phương pháp này mới làm giảm khoảng 10% lượng khí thải, nhưng tỉ lệ này được kỳ vọng sẽ tăng lên 33%. Một cách tiếp cận khác, thiên về mặt lý thuyết, là sản xuất xi măng từ nước biển và carbon dioxit thu được từ các nhà máy điện. Những tác giả của ý tưởng này cho rằng nó có thể làm giảm hơn 70% lượng khí thải.

Tuy nhiên, ngay cả khi những hướng tiếp cận này thành công, chúng cũng không tạo ra loại xi măng 100% không carbon. Trong tương lai gần, chúng ta sẽ phải dựa vào việc thu hồi carbon và thu khí trực tiếp để giữ lại lượng carbon thải ra khi sản xuất xi măng, nếu công nghệ này trở nên khả thi.

Đối với hầu hết các vật liệu khác, thứ đầu tiên chúng ta cần là một lượng lớn điện *sạch và ổn định*. Điện hiện chiếm khoảng một phần tư năng lượng được sử dụng trong việc sản xuất trên toàn cầu; để có thể cung cấp điện cho tất cả các quy trình công nghiệp này, chúng ta cần phải triển khai những công nghệ năng lượng sạch đã có, đồng thời phát triển những bước đột phá cho phép sản xuất và lưu trữ lượng lớn điện không carbon với mức giá phải chăng.

Và chẳng bao lâu nữa, chúng ta sẽ lại cần nhiều điện hơn khi phát triển một phương thức khác để giảm lượng khí thải: *điện khí hóa*, sử dụng điện thay vì nhiên liệu hóa thạch cho một số quy trình công nghiệp. Ví dụ, một cách tiếp cận rất tốt để sản xuất thép là sử dụng điện sạch thay thế cho than đá. Một công ty mà tôi đang rất quan tâm đã phát triển được một quy trình mới gọi là điện phân oxit nóng chảy: Thay vì nung sắt trong lò bằng than cốc, bạn truyền điện qua một buồng có chứa hỗn hợp oxit sắt lỏng và các thành phần khác. Dòng điện phân tách oxit sắt, để lại sắt nguyên chất cần thiết cho việc sản xuất thép và sản phẩm phụ là oxy nguyên chất. Carbon dioxit hoàn toàn không xuất hiện. Phương pháp này có rất nhiều tiềm năng – nó tương tự như quy trình chúng ta đã sử dụng trong hơn một thế kỷ qua để tinh chế nhôm – nhưng giống như những ý tưởng khác đối với thép sạch, nó vẫn chưa được chứng minh là có hiệu quả ở quy mô công nghiệp.

Điện sạch cũng sẽ giúp chúng ta giải quyết một vấn đề khác: sản xuất nhựa. Nếu hội tụ đủ các điều kiện cần thiết, một ngày nào đó nhựa có thể trở thành nơi lưu giữ carbon – một phương thức để loại bỏ, thay vì phát thải carbon.

Đây là cách để làm được điều đó. Trước hết, chúng ta cần một phương pháp không phát thải carbon để cung cấp điện cho quá trình tinh chế. Chúng ta có thể sử dụng điện sạch hoặc hydro được sản xuất từ điện sạch. Sau đó, chúng ta cần một cách để lấy được lượng carbon cần thiết cho việc sản xuất nhựa mà không phải đốt than. Một ý tưởng là lấy carbon từ carbon dioxit trong không khí, nhưng việc này khá tốn kém. Một hướng tiếp cận khác mà nhiều công ty đang thực hiện là lấy carbon từ thực vật. Cuối cùng, chúng ta cần một nguồn nhiệt không carbon – nhiều khả năng cũng từ điện sạch, hydro hoặc khí tự nhiên, được sử dụng cùng với một thiết bị thu hồi lượng carbon phát thải.

Nếu hội tụ được tất cả những điều kiện này, chúng ta có thể tạo ra nhựa với lượng khí thải ròng âm. Trên thực tế, chúng ta có thể tìm cách tách carbon khỏi không khí (sử dụng thực vật hoặc một số phương pháp khác) và đưa vào chai nhựa hoặc các sản phẩm nhựa khác, nơi nó sẽ tồn tại trong nhiều thập niên hoặc thế kỷ, mà không gây ra thêm lượng khí thải nào. Chúng ta sẽ "cất đi" nhiều carbon hơn là thải ra.

Ngoài việc tìm cách chế tạo vật liệu mà không phát thải, chúng ta có thể đơn giản là sử dụng ít vật liệu hơn. Chỉ riêng việc tăng tái chế thép, xi măng và nhựa sẽ là không đủ để loại bỏ khí thải nhà kính, nhưng nó sẽ giúp ích. Chúng ta có thể tái chế nhiều vật liệu hơn và tìm hiểu những phương thức mới để cắt giảm lượng năng lượng cần thiết cho tái chế. Và bởi vì việc tái sử dụng không đòi hỏi nhiều năng lượng như tái chế, chúng ta cũng nên nghiên cứu các phương thức để xây dựng và chế tạo mọi thứ bằng các vật liệu tái sử dụng. Cuối cùng, các tòa nhà và đường sá cũng có thể được thiết kế theo hướng hạn chế sử dụng xi măng và thép; trong một số trường hợp, gỗ ép chéo – được chế tạo bằng cách dán các lớp gỗ lại với nhau – là đủ chắc chắn để thay thế cho cả hai loại vật liệu này.

—

Tóm lại, con đường hướng đến việc phát thải bằng 0 trong lĩnh vực sản xuất sẽ diễn ra như sau:

1. Điện khí hóa mọi quy trình có thể.

Quá trình này sẽ cần rất nhiều đổi mới.

2. Sử dụng nguồn điện không carbon.

Việc này cũng sẽ cần rất nhiều đổi mới.

3. Sử dụng công nghệ thu hồi carbon với lượng khí thải còn lại.

Và việc này cũng cần rất nhiều đổi mới.

4. Sử dụng vật liệu một cách hiệu quả hơn.

Cũng cần rất nhiều đổi mới.

Hãy làm quen với việc chúng ta cần nhiều đổi mới. Bạn sẽ thấy nó thường xuyên trong các chương tới. Chủ đề tiếp theo là nông nghiệp, và trong phần này sẽ xuất hiện một trong những anh hùng vô danh vĩ đại của thế kỷ XX, cũng như các trang trại với những chú bò ợ hơi.

Chương 6
Cách chúng ta nuôi trồng

19% của 51 tỉ tấn mỗi năm

Burger pho mát là món ăn yêu thích của gia đình tôi. Khi còn là một đứa trẻ, tôi thường đi bộ đường dài với đội Hướng đạo sinh. Tất cả đều muốn đi nhờ xe về nhà với cha tôi vì ông sẽ luôn dừng lại trên đường và chiêu đãi mọi người món burger. Nhiều năm sau, trong những ngày đầu của Microsoft, tôi đã ăn vô số bữa trưa, bữa tối và bữa khuya tại cửa hàng Burgermaster gần đó – một trong những chuỗi cửa hàng burger lâu đời nhất tại Seattle.

Về sau, khi Microsoft thành công, trước khi tôi và Melinda bắt đầu thành lập quỹ, cha tôi bắt đầu sử dụng cửa hàng Burgermaster gần nhà làm văn phòng không chính thức. Ông ngồi trong nhà hàng, dùng bữa trưa trong khi lọc đề xuất của những người đang tài trợ. Sau một thời gian, nhiều người đã biết đến điều này và gửi thư cho ông theo địa chỉ của quán: "Gửi Bill Gates Sr. – nhờ Burgermaster chuyển tiếp."

Những chuyện này giờ chỉ còn trong quá khứ. Đã được hai thập niên kể từ khi cha chuyển từ chiếc bàn làm việc tại Burgermaster sang một chiếc bàn ở Quỹ Gates. Và mặc dù vẫn thích một chiếc burger phô mai ngon lành, nhưng tôi không ăn chúng thường xuyên như trước nữa – vì tôi đã biết về những tác động của việc sản xuất thịt bò và các loại thịt khác đối với biến đổi khí hậu.

Chăn nuôi động vật để lấy thực phẩm là một nguyên nhân lớn gây phát thải khí nhà kính; nó được coi là gây phát thải nhiều nhất trong lĩnh vực mà các chuyên gia gọi là "nông, lâm nghiệp và các mục đích sử dụng đất khác" – bao gồm một loạt các hoạt động của con người, từ chăn nuôi, trồng trọt cho đến thu hoạch cây trồng. Lĩnh vực này cũng thải ra một loạt các loại khí nhà kính khác

nhau: Đối với nông nghiệp, loại khí gây hại chính không phải là carbon dioxit mà là methane – mỗi phân tử của loại khí này làm tăng nhiệt độ nhiều ngấp 28 lần so với carbon dioxit trong khoảng thời gian một thế kỷ, và nitơ oxit – với mức gây tăng nhiệt gấp 265 lần.

Tổng cộng, lượng khí thải methane và nitơ oxit mỗi năm tương đương với hơn bảy tỉ tấn carbon dioxit, hoặc hơn 80% tổng lượng khí nhà kính đến từ lĩnh vực nông, lâm nghiệp và các mục đích sử dụng đất khác. Trừ phi chúng ta làm điều gì đó để hạn chế lượng khí thải này, con số này sẽ tăng lên khi chúng ta tiếp tục sản xuất thực phẩm để cung cấp đủ thức ăn cho dân số toàn cầu đang ngày càng đông và giàu hơn. Nếu chúng ta muốn đạt được mức phát thải ròng gần như bằng 0, chúng ta sẽ phải tìm ra cách trồng cây và chăn nuôi, đồng thời giảm thiểu và cuối cùng là loại bỏ khí nhà kính.

Và trồng trọt không phải là vấn đề duy nhất. Chúng ta cũng sẽ phải có hành động đối với nạn phá rừng cũng như các hoạt động sử dụng đất khác – chúng làm tăng thêm tổng cộng 1,6 tỉ tấn carbon dioxit trong khí quyển, đồng thời phá hủy môi trường sống thiết yếu của động vật hoang dã.[1]

Để bao quát được một chủ đề rộng lớn như vậy, chương này đề cập đến mọi thứ. Tôi sẽ kể cho bạn nghe về một trong những anh hùng của tôi, một nhà nông học đoạt giải Nobel Hòa bình – dù đã cứu một tỉ người khỏi nạn đói nhưng tên tuổi của ông hầu như không được biết đến bên ngoài lĩnh vực phát triển toàn cầu. Chúng ta cũng sẽ khám phá những thông tin về phân lợn và việc ợ hơi của bò, tính chất hóa học của amoniac, và tìm hiểu xem liệu trồng cây có thể giúp ngăn chặn thảm họa khí hậu không. Nhưng trước khi đến với những điều này, hãy bắt đầu với một lời dự đoán nổi tiếng mà hóa ra lại là một sai lầm lịch sử.

—

Vào năm 1968, một nhà sinh vật học người Mỹ tên Paul Ehrlich đã xuất bản cuốn sách bán chạy mang tên *The Population Bomb* (tạm dịch: Quả bom dân số), trong đó ông đã phác nên một bức tranh nghiệt ngã về tương lai và chẳng mấy khác biệt so với những tiểu thuyết phản địa đàng như *Đấu trường Sinh tử*. "Cuộc chiến để nuôi sống toàn bộ nhân loại đã kết thúc," Ehrlich viết.[2] "Trong những năm 1970 và 1980, hàng trăm triệu người sẽ chết đói, bất chấp mọi kế hoạch tăng gia sản xuất nào được thực hiện ngay từ bây

giờ." Ehrlich cũng viết: "Ấn Độ không thể nào nuôi thêm 200 triệu người vào năm 1980."

Những điều này đã không xảy ra. Kể từ khi *The Population Bomb* ra mắt, dân số Ấn Độ đã tăng hơn 800 triệu người – gấp đôi so với năm 1968 – nhưng đất nước này lại có sản lượng lúa mì và gạo nhiều gấp ba lần so với thời điểm đó, đồng thời nền kinh tế đã tăng trưởng gấp 50 lần.[3] Nông dân ở nhiều quốc gia khác trên khắp châu Á và Nam Mỹ cũng đã chứng kiến mức tăng năng suất tương tự.

Kết quả là, mặc dù dân số toàn cầu đang tăng lên, nhưng không có hàng trăm triệu người chết đói ở Ấn Độ hay bất kỳ nơi nào khác. Trên thực tế, thực phẩm đang ngày càng có giá phải chăng hơn, chứ không phải ngược lại. Tại nước Mỹ ngày nay, các hộ gia đình thông thường dành ít tiền hơn cho thực phẩm so với 30 năm trước; xu hướng này đang được lặp lại ở các khu vực khác trên toàn cầu.[4]

Tôi không nói rằng suy dinh dưỡng không phải là vấn đề nghiêm trọng ở một số nơi. Điều này đúng. Trên thực tế, việc cải thiện chế độ dinh dưỡng cho những người nghèo nhất thế giới hiện là ưu tiên hàng đầu của tôi và Melinda. Nhưng dự đoán của Ehrlich về nạn đói đã sai.

Tại sao? Ehrlich và những người tiên đoán thảm họa khác đã bỏ lỡ điều gì?

Họ đã không tính đến sức mạnh của sự đổi mới. Họ đã không tính đến những người như Norman Borlaug, một nhà thực vật học lỗi lạc, người đã châm ngòi cho cuộc cách mạng nông nghiệp, dẫn đến sự phát triển ở Ấn Độ và các nơi khác. Borlaug đã làm được điều này bằng cách phát triển các giống lúa mì có hạt to hơn và các đặc điểm khác cho phép chúng cung cấp nhiều lương thực hơn trên một diện tích đất – điều mà những người nông dân gọi là gia tăng sản lượng. (Borlaug nhận ra rằng khi ông làm cho các hạt lớn hơn, lúa mì không thể chịu được trọng lượng của chúng, vì vậy ông đã khiến cho thân cây lúa mì ngắn hơn, đó là lý do tại sao giống cây của ông được gọi là lúa mì bán lùn.)

Khi lúa mì bán lùn của Borlaug được biết đến trên toàn thế giới và khi các nhà lai tạo khác làm công việc tương tự với ngô và lúa, sản lượng tăng gấp ba lần ở hầu hết các khu vực. Nạn đói giảm mạnh, và ngày nay Borlaug được nhiều người công nhận là đã cứu sống một tỉ người. Ông được trao giải Nobel Hòa bình vào năm 1970, và

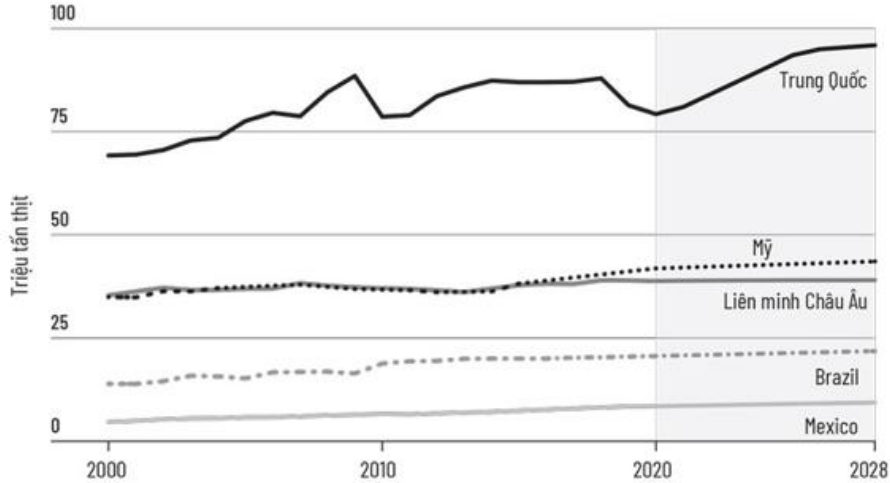
chúng ta vẫn có thể thấy được tác động từ công trình của ông: Hầu như tất cả các loại lúa mì được trồng trên Trái Đất đều có nguồn gốc từ những cây trồng mà ông đã lai tạo. (Một nhược điểm của những giống mới này là chúng cần nhiều phân bón để đạt được tiềm năng phát triển tối đa, và như chúng ta sẽ thảo luận trong phần sau, phân bón có một số tác dụng phụ tiêu cực.) Tôi rất thích sự thật rằng một trong những anh hùng vĩ đại nhất của lịch sử làm một công việc – nhà nông học – mà hầu hết chúng ta thậm chí chưa bao giờ nghe nói đến.

Vậy chuyện về Norman Borlaug liên quan gì đến biến đổi khí hậu?

Dân số toàn cầu sẽ chạm ngưỡng mười tỉ vào năm 2100, và chúng ta sẽ cần nhiều thực phẩm hơn để nuôi sống tất cả mọi người. Bởi vì lượng người trên toàn cầu sẽ tăng thêm 40% vào cuối thế kỷ này, nên mọi người thường nghĩ rằng chúng ta cũng sẽ cần thêm 40% lượng lương thực, nhưng không phải vậy. Chúng ta sẽ cần nhiều hơn thế.

Đây là lý do: Khi mọi người trở nên giàu có hơn, họ tiêu thụ nhiều calo hơn, cụ thể là nhiều thịt và các chế phẩm từ sữa. Và việc sản xuất thịt và các chế phẩm từ sữa sẽ đòi hỏi chúng ta phải trồng nhiều lương thực hơn nữa. Ví dụ, một con gà phải ăn một lượng ngũ cốc hai calo để cung cấp cho chúng ta một calo thịt – nghĩa là, bạn phải cho một con gà ăn gấp đôi lượng calo mà bạn sẽ hấp thụ được từ thịt gà. Lợn phải ăn gấp ba lần calo mà chúng ta có được từ thịt của nó. Con số này là cao nhất đối với bò: sáu calo thức ăn cho mỗi calo thịt bò. Nói cách khác, chúng ta nhận được càng nhiều calo từ các nguồn thịt này, thì chúng ta càng cần nhiều cây lương thực để chăn nuôi.

Biểu đồ dưới đây thể hiện xu hướng tiêu thụ thịt trên toàn thế giới. Về cơ bản, tỉ lệ này không đổi ở Mỹ, châu Âu, Brazil và Mexico, nhưng tăng nhanh ở Trung Quốc và các nước đang phát triển khác.



Hầu hết các quốc gia không tiêu thụ thịt nhiều hơn. Nhưng Trung Quốc là một ngoại lệ lớn (OECD-FAO, Tầm nhìn Nông nghiệp 2020)[5]

Vấn đề nan giải ở đây là: Chúng ta cần sản xuất nhiều lương thực hơn hiện tại, nhưng nếu tiếp tục làm vậy bằng những phương thức đang có, khí hậu sẽ phải hứng chịu sự tổn hại lớn. Giả sử chúng ta không cải thiện sản lượng trên mỗi đơn vị đất trồng, thì việc canh tác đủ để cung cấp lương thực cho mười tỉ người sẽ làm tăng lượng khí thải liên quan đến thực phẩm lên hai phần ba.

Một mối lo ngại khác cũng xuất hiện: Nếu thúc đẩy mạnh mẽ việc tạo năng lượng từ thực vật, chúng ta có thể vô tình châm ngòi cho việc cạnh tranh đất trồng trọt. Như tôi sẽ mô tả trong Chương 7, nhiên liệu sinh học tiên tiến được tạo ra từ những thứ như cỏ switchgrass có thể đem lại những phương thức không carbon để cung cấp năng lượng cho xe tải, tàu thủy và máy bay. Nhưng nếu những loại thực vật này được trồng trên phần đất mà lẽ ra sẽ được sử dụng để cung cấp thực phẩm cho dân số đang ngày càng tăng, chúng ta có thể vô tình làm tăng giá thực phẩm, khiến thêm nhiều người rơi vào cảnh nghèo đói và suy dinh dưỡng, đồng thời đẩy nhanh tốc độ phá rừng vốn đã ở mức rất nguy hiểm.

Để tránh những sai lầm này, chúng ta sẽ cần thêm nhiều đột phá mang tầm cỡ Borlaug trong những năm tới. Tuy nhiên, trước khi cân nhắc xem những đột phá đó có thể là gì, tôi muốn giải thích chính xác nguồn gốc của những loại khí thải này, đồng thời khám phá những lựa chọn để loại bỏ chúng bằng công nghệ ngày nay. Cũng giống như những gì đã làm trong chương trước, tôi sẽ sử dụng Chi phí Xanh để chỉ ra lý do tại sao việc loại bỏ khí nhà kính ngày nay lại quá đắt đỏ và chứng minh rằng chúng ta cần một số

phát minh mới.

Và điều này đưa tôi đến với chủ đề về bò ợ hơi và phân lợn.

—

Nếu được nhìn vào bên trong dạ dày của con người, bạn sẽ chỉ thấy một khoang, nơi thức ăn bắt đầu được tiêu hóa trước khi đi đến ruột. Còn dạ dày của một con bò lại có đến bốn ngăn; chúng cho phép bò ăn cỏ và các loại thực vật khác mà con người không thể tiêu hóa được. Trong một quá trình được gọi là lên men trong ruột, vi khuẩn trong dạ dày của bò sẽ phá vỡ cellulose thực vật, lên men nó và tạo ra khí methane. Bò ợ hơi ra phần lớn khí methane, mặc dù một ít đi ra qua đầu bên kia của ống tiêu hóa do sự đầy hơi.

(Nhân tiện, khi tìm hiểu kỹ hơn về chủ đề này, bạn có thể sẽ có một vài cuộc trò chuyện kỳ cục. Mỗi năm, Melinda và tôi đăng tải một bức thư ngỏ về công việc của cả hai. Trong bức thư năm 2019, tôi quyết định viết về vấn đề lên men trong ruột của bò. Một ngày nọ, khi chúng tôi đang kiểm tra bản nháp, Melinda và tôi đã có một cuộc tranh luận rõ ràng về việc tôi có thể sử dụng từ "xì hơi" bao nhiêu lần trong bức thư. Cô ấy đã thuyết phục tôi giảm xuống còn một. Là tác giả duy nhất của quyển sách này, tôi có nhiều quyền hạn hơn, và tôi sẽ tận dụng nó.)

Trên thế giới, có khoảng một tỉ con bò được nuôi để lấy thịt và sữa.[6] Lượng methane mà chúng thải ra hằng năm có thể làm Trái Đất nóng lên tương tự hai tỉ tấn carbon dioxit, và nó chiếm khoảng 4% tổng lượng khí thải toàn cầu.

Ợ và xì ra khí đốt tự nhiên là một vấn đề chỉ xảy ra với bò và các động vật nhai lại khác, như cừu, dê, hươu và lạc đà. Nhưng có một nguyên nhân khác cũng gây phát thải khí nhà kính và phổ biến ở mọi loài động vật: phân.

Khi phân bị phân hủy, nó giải phóng một hỗn hợp các loại khí nhà kính mạnh – chủ yếu là nitơ oxit, cộng với một phần methane, lưu huỳnh và amoniac. Khoảng một nửa lượng khí thải liên quan đến phân đến từ lợn, và phần còn lại là từ bò. Lượng phân của động vật lớn đến nỗi nó thực chất là nguồn khí thải lớn thứ hai của lĩnh vực nông nghiệp, xếp sau sự lên men trong ruột.

Chúng ta có thể làm gì để giải quyết chuyện này? Đây là một vấn đề nan giải. Các nhà nghiên cứu đã thử mọi loại ý tưởng để đối

phó với sự lên men trong ruột. Họ đã thử sử dụng vắc-xin để cắt giảm lượng vi sinh vật tạo khí methane trong ruột bò, nhân giống loại gia súc có khả năng phát thải ít và thêm các loại thức ăn hoặc thuốc đặc biệt vào chế độ ăn của chúng. Những nỗ lực này hầu hết đều thất bại, trừ một ngoại lệ đầy hứa hẹn là một hợp chất có tên gọi 3-nitrooxypropanol – nó có thể làm giảm lượng khí methane xuống 30%. Nhưng hiện tại, bạn phải cho bò sử dụng chất này ít nhất một lần mỗi ngày, vì vậy, phương pháp này vẫn chưa khả thi đối với hầu hết các hoạt động chăn thả.

Tuy nhiên, chúng ta vẫn có lý do để tin rằng việc cắt giảm lượng khí thải có thể được thực hiện mà không cần bất kỳ một công nghệ mới cũng như mức Chi phí Xanh đáng kể nào. Có một sự thật là lượng khí methane thải ra bởi một con bò nhất định phụ thuộc rất nhiều vào nơi nó sống. Ví dụ, bò tại Nam Mỹ thải ra lượng khí nhà kính nhiều gấp năm lần so với bò ở Bắc Mỹ, và bò ở châu Phi còn thải ra nhiều hơn. Nếu một con bò đang được nuôi ở Bắc Mỹ hoặc châu Âu, nhiều khả năng nó thuộc giống bò đã được cải tiến để chuyển đổi thức ăn thành sữa và thịt hiệu quả hơn. Nó cũng sẽ được chăm sóc tốt hơn và ăn thức ăn chất lượng cao hơn, điều này đồng nghĩa với việc thải ra ít khí methane hơn.

Nếu chúng ta có thể phổ biến rộng rãi các giống bò cải tiến và các phương pháp chăn nuôi tốt nhất – đặc biệt là lai tạo giống bò châu Phi để đem lại năng suất cao hơn, cung cấp thức ăn chất lượng hơn và giá cả phải chăng hơn – điều đó sẽ làm giảm lượng khí thải và giúp những người nông dân nghèo tăng thêm thu nhập. Điều này cũng đúng với việc xử lý phân; nông dân tại những đất nước giàu có được tiếp cận với nhiều kỹ thuật để loại bỏ phân và đồng thời tạo ra ít khí thải hơn. Khi những kỹ thuật này có giá cả phải chăng hơn, chúng sẽ đến được với những người nông dân nghèo và chúng ta sẽ cải thiện được khả năng giảm lượng phát thải.

Người ăn chay trường có thể đề xuất một giải pháp khác: *Thay vì thử tất cả những phương pháp để giảm lượng khí thải, chúng ta nên ngừng chăn nuôi gia súc.* Tôi có thể thấy sự hợp lý trong lập luận này, nhưng tôi không nghĩ nó thực tế. Lý do là bởi thịt đóng một vai trò quá quan trọng trong nền văn hóa của con người. Ở nhiều nơi trên thế giới, ngay cả những nơi thịt khan hiếm, việc ăn thịt là một phần quan trọng của các lễ hội và lễ kỷ niệm. Tại Pháp, bữa ăn nghệ thuật – bao gồm món khai vị, thịt hoặc cá, pho mát và món tráng miệng – chính thức được liệt kê là một phần của Di sản Văn hoá Phi vật thể Đại diện của Nhân loại. Theo danh sách trên trang web của UNESCO: “Bữa ăn nghệ thuật nhấn mạnh sự sum họp, niềm vui của hương vị và sự cân bằng giữa con người và các

sản phẩm tự nhiên."[7]

Nhưng chúng ta có thể giảm bớt việc ăn thịt mà vẫn thưởng thức được hương vị của thịt. Một giải pháp là thịt chay: Các sản phẩm từ thực vật được chế biến theo nhiều cách khác nhau để mô phỏng mùi vị của thịt. Tôi đã đầu tư cho hai công ty hiện đang có sản phẩm thịt chay trên thị trường – Beyond Meat và Impossible Foods – vì vậy có thể tôi đang thiên vị, nhưng tôi phải nói rằng loại thịt nhân tạo này khá ngon. Khi được chế biến hợp lý, nó là một sự thay thế thuyết phục cho thịt bò xay. Tất cả các giải pháp thay thế đều tốt hơn cho môi trường, bởi vì chúng sử dụng ít đất và nước hơn nhiều và phát sinh ít khí thải hơn. Bạn cũng cần ít ngũ cốc hơn để sản xuất chúng, qua đó làm giảm áp lực lên cây lương thực và việc sử dụng phân bón. Việc ít động vật bị nuôi nhốt trong những cái lồng chật hẹp cũng là một lợi ích to lớn đối với phúc lợi động vật.

Tuy nhiên, các loại thịt nhân tạo có mức Chi phí Xanh quá cao. Trung bình, một sản phẩm thay thế thịt bò xay có giá cao hơn 86% so với thịt thật.[8] Nhưng khi doanh số bán loại thịt thay thế này tăng lên và khi có nhiều sản phẩm được tung ra thị trường, tôi lạc quan rằng chúng cuối cùng cũng sẽ có giá rẻ hơn thịt động vật.

Tuy nhiên, câu hỏi lớn về thịt nhân tạo lại nằm ở hương vị chứ không phải giá cả. Mặc dù kết cấu của một chiếc bánh burger tương đối dễ mô phỏng bằng thực vật, nhưng việc khiến mọi người nghĩ rằng họ đang thực sự ăn một miếng bít tết hoặc ức gà sẽ khó hơn nhiều. Liệu mọi người có đủ thích thịt nhân tạo và liệu có đủ người thay đổi lựa chọn để tạo ra sự khác biệt đáng kể không?

Chúng tôi hiện đã thấy một vài bằng chứng cho thấy việc này là khả thi. Tôi phải thừa nhận rằng ngay cả bản thân cũng ngạc nhiên khi thấy Beyond Meat và Impossible Foods hoạt động tốt như thế nào – đặc biệt là với những trở ngại ban đầu của họ. Tôi đã tham dự một trong các buổi trình bày sản phẩm ban đầu của Impossible Foods, họ đã làm cháy chiếc bánh burger đến mức nó đã khiến chuông báo cháy phải reo lên. Thật ngạc nhiên khi thấy sản phẩm của họ trở nên phổ biến, ít nhất là ở khu vực Seattle và các thành phố tôi đến thăm. Beyond Meat đã có đợt phát hành sản phẩm lần đầu rất thành công vào năm 2019. Có thể phải mất một thập niên nữa, nhưng tôi nghĩ rằng khi các sản phẩm này sẽ ngày càng có chất lượng cao hơn và rẻ hơn, và những người lo ngại về vấn đề biến đổi khí hậu và môi trường sẽ ủng hộ chúng.

Có một hướng tiếp cận khác cũng giống với thịt chay, nhưng thay vì trồng thực vật và sau đó khiến chúng có mùi vị như thịt bò, bạn "nuôi trồng" thịt trong phòng thí nghiệm. Nó có những cái tên hơi kém hấp dẫn như "thịt tế bào", "thịt nuôi cấy" và "thịt sạch". Khoảng hai chục công ty mới thành lập đang làm việc để đưa loại thịt này ra thị trường, sản phẩm của họ có thể sẽ không xuất hiện trên kệ hàng của siêu thị cho đến giữa những năm 2020.

Hãy nhớ rằng đây không phải là *thịt giả*. Thịt nuôi cấy có toàn bộ lượng mỡ, cơ và gân giống như bất kỳ động vật nào. Nhưng thay vì lớn lên trên một trang trại, nó được tạo ra trong phòng thí nghiệm. Các nhà khoa học bắt đầu với một vài tế bào được lấy từ động vật sống, để chúng nhân lên, sau đó sắp xếp để hình thành tất cả các mô mà chúng ta thường ăn. Toàn bộ quá trình này có thể được thực hiện mà chỉ thải ít hoặc không thải ra khí nhà kính, nếu không tính đến lượng điện bạn cần cung cấp cho các phòng thí nghiệm thực hiện quá trình này. Vấn đề của hướng tiếp cận này là nó rất tốn kém và chúng ta không rõ chi phí có thể giảm được bao nhiêu.

Và cả hai loại thịt nhân tạo này đều phải đối mặt với một cuộc chiến cam go khác. Có ít nhất 17 cơ quan lập pháp cấp bang tại Mỹ đang cố gắng ngăn những sản phẩm này được phân loại là "thịt" trên thị trường. Một bang đã đề xuất cấm hoàn toàn việc bán những sản phẩm này. Vì vậy, ngay cả khi công nghệ được cải thiện và các sản phẩm trở nên rẻ hơn, chúng ta sẽ cần có một cuộc tranh luận công khai và hiệu quả về cách quản lý, đóng gói và tiêu thụ các sản phẩm này.

Chúng ta còn một cách cuối cùng để cắt giảm lượng khí thải từ thực phẩm: ít lãng phí. Tại châu Âu, các khu vực công nghiệp hóa của châu Á và châu Phi hạ Sahara, hơn 20% lượng thực phẩm bị vứt bỏ, để cho thối rữa hoặc bị lãng phí. Tại nước Mỹ, con số này là 40%. Đây là một điều tồi tệ đối với những người không có đủ ăn, với nền kinh tế và với khí hậu. Khi thực phẩm bị thối rữa, nó sẽ tạo ra lượng khí methane đủ để làm tăng nhiệt độ ở mức tương đương với 3,3 tỉ tấn carbon dioxit mỗi năm.

Giải pháp quan trọng nhất đó là thay đổi hành vi – tận dụng những gì chúng ta có. Nhưng công nghệ cũng có thể giúp ích. Ví dụ, hai công ty đang nghiên cứu các lớp phủ thực vật vô hình giúp kéo dài tuổi thọ của trái cây và rau quả; chúng có thể ăn được và hoàn toàn không làm ảnh hưởng đến hương vị. Một công ty khác đã phát triển "thùng rác thông minh", sử dụng công nghệ nhận dạng hình ảnh để theo dõi lượng thực phẩm bị lãng phí của một

hộ gia đình hoặc cơ sở kinh doanh. Nó sẽ giúp bạn biết được lượng thực phẩm bạn bỏ đi, cùng với số tiền bị lãng phí và dấu vết carbon của thực phẩm. Dù có vẻ xâm phạm quyền riêng tư, nhưng việc cung cấp cho mọi người nhiều thông tin hơn có thể giúp họ đưa ra những lựa chọn tốt hơn.

—

Vài năm trước, tôi bước vào một nhà kho tại Dar es Salaam, Tanzania, và đã được chứng kiến một điều thú vị: Hàng nghìn tấn phân bón tổng hợp được chất cao như một đống tuyết. Nhà kho này là một phần của trung tâm phân phối phân bón mới tên là Yara, đó là trung tâm lớn nhất ở Đông Phi. Khi dạo quanh trong nhà kho, tôi trò chuyện với những công nhân đang lấp đầy các túi đựng với những viên nhỏ màu trắng có chứa nitơ, phốt pho và các chất dinh dưỡng khác, chúng sẽ sớm được dùng để nuôi dưỡng cây trồng ở một trong những khu vực nghèo nhất trên thế giới.

Tham quan cơ sở phân phối phân bón Yara ở Dar es Salaam, Tanzania, 2018. Tôi thực ra còn cảm thấy vui hơn những gì bạn thấy trong bức ảnh này.[9]

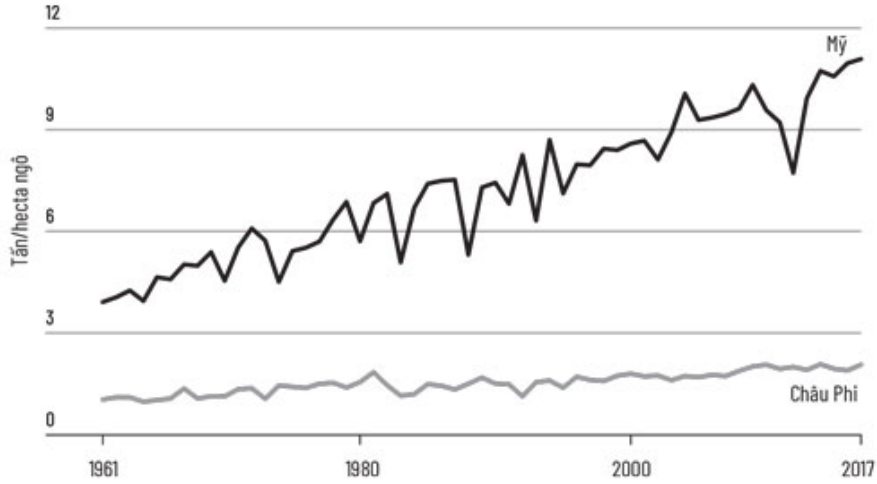
Tôi rất thích những chuyến đi như vậy. Tôi biết điều này nghe có vẻ ngớ ngẩn, nhưng đối với tôi, phân bón là một điều kỳ diệu, và không chỉ vì nó làm cho sân và vườn của chúng ta trông đẹp hơn. Cùng với lúa mì bán lùn của Norman Borlaug, các giống ngô và

gạo mới, phân bón tổng hợp là yếu tố then chốt trong cuộc cách mạng nông nghiệp đã thay đổi thế giới trong những năm 1960 và 1970. Theo ước tính, nếu chúng ta không thể tạo ra phân bón tổng hợp, dân số thế giới sẽ thấp hơn từ 40% đến 50% so với hiện tại.

Thế giới hiện đang sử dụng rất nhiều phân bón, và các nước nghèo nên sử dụng nhiều hơn nữa. Cuộc cách mạng nông nghiệp mà tôi đã đề cập tới – thường được gọi là Cách mạng Xanh – hầu như đã bỏ qua châu Phi, nơi mà một người nông dân bình thường chỉ thu hoạch được sản lượng bằng một phần năm so với ở Mỹ. Đó là bởi vì ở các nước nghèo, hầu hết nông dân không có đủ tiền để mua phân bón, và nó đắt hơn ở các nước giàu vì phải được vận chuyển tới các vùng nông thôn trên những con đường không được thi công tốt. Nếu chúng ta có thể giúp những người nông dân nghèo nâng cao năng suất cây trồng, họ sẽ kiếm được nhiều tiền hơn, có nhiều thức ăn hơn và hàng triệu người ở những quốc gia nghèo nhất trên thế giới sẽ nhận được nhiều hơn những thực phẩm và chất dinh dưỡng thiết yếu. (Chúng ta sẽ đi sâu hơn vào vấn đề này trong Chương 9.)

Tại sao phân bón lại kỳ diệu đến vậy? Bởi vì nó cung cấp cho cây trồng những dưỡng chất cần thiết, bao gồm phốt pho, kali và một chất đặc biệt liên quan đến biến đổi khí hậu: nitơ. Nitơ vừa có lợi và có hại. Nó có mối quan hệ mật thiết với quá trình quang hợp, trong đó thực vật biến ánh sáng Mặt Trời thành năng lượng, vì vậy nó giúp thực vật – và tất cả thức ăn của chúng ta – tồn tại. Nhưng nitơ cũng làm cho biến đổi khí hậu trở nên tồi tệ hơn nhiều. Để hiểu tại sao, chúng ta cần đề cập đến những tác động của nó đến thực vật.

Để canh tác, bạn sẽ cần hàng tấn nitơ – nhiều hơn những gì bạn có thể tìm thấy trong môi trường tự nhiên. Bổ sung nitơ là cách để khiến cho cây ngô cao 3 m và tạo ra lượng hạt khổng lồ. Điều kỳ lạ là hầu hết các loài thực vật không thể tự tạo ra nitơ; thay vào đó, chúng lấy nó từ amoniac trong đất – sản phẩm của nhiều loại vi sinh vật. Cây sẽ tiếp tục phát triển, miễn là nó nhận được nitơ; khi nitơ được sử dụng hết, cây sẽ ngừng lớn. Đó là lý do tại sao việc bổ sung nitơ sẽ thúc đẩy sự tăng trưởng.



Có một sự cách biệt lớn trong lĩnh vực nông nghiệp. Nhờ phân bón và những cải tiến khác, nông dân Mỹ giờ đây thu hoạch được nhiều ngô trên một đơn vị diện tích đất hơn bao giờ hết. Nhưng sản lượng của nông dân châu Phi hầu như không thay đổi. Việc thu hẹp khoảng cách này sẽ cứu sống được nhiều sinh mạng và giúp nhiều người thoát nghèo, nhưng nếu không đi kèm những cải tiến thì nó cũng sẽ khiến biến đổi khí hậu trở nên tồi tệ hơn. (FAO)[10]

Trong nhiều thiên niên kỷ, con người đã cung cấp thêm nitơ cho cây trồng bằng cách bón các loại phân bón tự nhiên như phân chuồng và phân dơi. Bước đột phá lớn đến vào năm 1908, khi hai nhà hóa học người Đức là Fritz Haber và Carl Bosch tìm ra cách tạo ra amoniac từ nitơ và hydro trong một nhà máy. Thật khó để nói quá về tầm quan trọng của phát minh này. Giờ đây nó được gọi là quy trình Haber-Bosch và là yếu tố khiến cho việc tạo ra phân bón tổng hợp trở nên khả thi, làm gia tăng đáng kể số lượng cây trồng và phạm vi địa lý của việc canh tác. Cho đến nay, đây vẫn là phương pháp chính được sử dụng để tạo ra amoniac. Giống như Norman Borlaug là một trong những anh hùng thầm lặng vĩ đại của lịch sử, quy trình Haber-Bosch có lẽ là phát minh quan trọng nhất mà hầu hết mọi người chưa bao giờ biết đến.[i]

---

[i]. *Fritz Haber có một lịch sử phức tạp. Bên cạnh công trình về amoniac đã giúp cứu sống nhiều sinh mạng, ông lại là người tiên phong trong việc sử dụng clo và các khí độc khác làm vũ khí hóa học trong Thế chiến I.*

Vấn đề ở đây là: Các vi sinh vật tạo ra nitơ sử dụng rất nhiều năng lượng trong quá trình này. Nhiều năng lượng đến mức, trên thực tế, chúng đã tiến hóa để làm điều đó chỉ khi thực sự cần thiết – khi không có nitơ trong môi trường đất xung quanh chúng. Nếu phát

hiện ra đủ nitơ, chúng sẽ ngừng sản xuất để có thể sử dụng năng lượng cho việc khác. Vì vậy, khi chúng ta bổ sung phân bón tổng hợp, các sinh vật tự nhiên trong đất sẽ phát hiện ra nitơ và ngừng việc tự sản xuất ra nó.

Phân bón tổng hợp còn có những nhược điểm khác. Để tạo ra nó, chúng ta phải sản xuất amoniac, một quá trình cần sử dụng nhiệt, và chúng ta có được nhiệt bằng cách đốt khí tự nhiên, một việc tạo ra khí nhà kính. Sau đó, để vận chuyển phân bón từ cơ sở sản xuất đến kho lưu trữ (như nơi tôi đã đến thăm ở Tanzania) và cuối cùng là trang trại, chúng ta chất nó lên những chiếc xe tải chạy bằng xăng. Cuối cùng, sau khi phân bón được đưa vào đất, phần lớn lượng nitơ trong nó không bao giờ được cây hấp thụ. Thực tế là, trên toàn cầu, cây trồng hấp thụ ít hơn một nửa số nitơ được bón trên đất nông nghiệp. Phần còn lại đi vào đất hoặc nước bề mặt, gây ô nhiễm, hoặc thoát ra ngoài không khí dưới dạng nitơ oxit – nếu bạn còn nhớ, đó chính là thứ có khả năng làm tăng nhiệt độ gấp 265 lần carbon dioxit.

Tổng cộng lại, phân bón thải ra khoảng 1,3 tỉ tấn khí nhà kính vào năm 2010 và con số này có thể sẽ tăng lên 1,7 tỉ tấn vào giữa thế kỷ này. Một lần nữa, trong cái may lại có cái rủi.

Đáng buồn là, chúng ta không có giải pháp khả thi nào để thay thế cho phân bón ở thời điểm hiện tại. Đúng là chúng ta có thể loại bỏ lượng khí thải liên quan đến việc sản xuất phân bón bằng cách sử dụng điện sạch thay vì nhiên liệu hóa thạch để tổng hợp amoniac, nhưng đó là một quá trình tốn kém và sẽ làm giá phân bón tăng lên đáng kể. Ví dụ, việc sử dụng quy trình này ở nước Mỹ để sản xuất phân urea từ nitơ sẽ làm tăng giá sản phẩm lên hơn 20%.

Nhưng đó mới chỉ là khí thải từ quá trình *sản xuất* phân bón. Chúng ta không có bất kỳ cách nào để thu hồi lượng khí nhà kính xuất hiện ra từ việc *sử dụng* nó. Chúng ta không có công nghệ nào tương tự với thu hồi carbon để áp dụng cho nitơ oxit. Điều đó có nghĩa là tôi không thể tính được toàn bộ Chi phí Xanh đối với phân bón không carbon – việc này thực chất lại là một thông tin hữu ích, bởi vì nó cho chúng ta biết rằng lĩnh vực này cần có những đổi mới đáng kể.

Về mặt lý thuyết, chúng ta có thể khiến cây trồng hấp thụ nitơ hiệu quả hơn nhiều, nếu những người nông dân có trong tay công nghệ để cẩn thận theo dõi lượng nitơ và bón phân ở mức độ vừa phải trong suốt mùa vụ trồng trọt. Nhưng đó là một việc đòi hỏi nhiều thời gian và tiền bạc, trong khi phân bón lại rẻ (ít nhất là ở

các nước giàu có). Sẽ tiết kiệm hơn nếu bạn bón phân nhiều hơn mức cần thiết, bởi ít nhất thì bạn cũng đã bón đủ phân để tối đa hóa sự phát triển của cây trồng.

Một số công ty đã phát triển các chất phụ gia được cho là có khả năng giúp thực vật hấp thụ nhiều nitơ hơn, nhờ đó làm giảm lượng nitơ bị rửa trôi vào nguồn nước ngầm hoặc bay hơi vào bầu khí quyển. Nhưng những chất phụ gia này chỉ được sử dụng trong 2% lượng phân bón toàn cầu, bởi vì chúng không hoạt động ổn định và các nhà sản xuất hiện không đầu tư nhiều để cải thiện chúng.

Các chuyên gia khác đang nghiên cứu những cách khác nhau để giải quyết vấn đề nitơ. Ví dụ, một số nhà nghiên cứu đang tiến hành biến đổi di truyền để tạo ra các giống cây trồng mới có khả năng chọn vi khuẩn để cố định nitơ cho chúng. Ngoài ra, một công ty đã phát triển các vi sinh vật biến đổi gen có khả năng cố định nitơ; khi sử dụng, thay vì bổ sung nitơ qua phân bón, bạn có thể bổ sung loại vi khuẩn này và chúng sẽ tạo nitơ ngay cả khi chất này đã có sẵn trong đất. Nếu những cách tiếp cận này hiệu quả, chúng sẽ làm giảm đáng kể nhu cầu sử dụng phân bón, cũng như toàn bộ lượng khí thải mà nó gây ra.

—

Mọi thứ mà bạn vừa đọc chiếm khoảng 70% lượng khí thải của lĩnh vực nông nghiệp, lâm nghiệp và các mục đích sử dụng đất khác. Nếu tôi phải tổng hợp 30% còn lại trong một từ, đó sẽ là "phá rừng".

Theo Ngân hàng Thế giới, toàn cầu đã mất khoảng 130 triệu hecta đất rừng kể từ năm 1990.[11] (Diện tích này lớn lớn hơn Nam Phi hoặc Peru, và chiếm tỉ lệ khoảng 3%.) Ngoài tác động trực tiếp và rõ ràng của việc phá rừng – khi bị thiêu rụi, cây cối sẽ nhanh chóng giải phóng toàn bộ lượng carbon dioxit mà chúng chứa – nó còn gây ra những thiệt hại mà chúng ta chưa thể nhận ra ngay lập tức. Khi bạn làm bật gốc cây, đất sẽ bị xáo trộn. Và hóa ra là rất nhiều carbon đang được tích trữ trong lòng đất (trên thực tế, có nhiều carbon trong lòng đất hơn trong bầu khí quyển và tất cả các loại thực vật sống cộng lại). Khi bạn bắt đầu loại bỏ cây cối, lượng carbon đó sẽ được đi vào khí quyển dưới dạng carbon dioxit.

Việc phá rừng sẽ dễ dàng được ngăn chặn hơn nếu nó xảy ra với cùng nguyên nhân ở mọi nơi, nhưng đáng buồn là chuyện không

phải như vậy. Ví dụ, ở Brazil, hầu hết việc tàn phá rừng mưa Amazon trong vài thập niên qua đều là để lấy đất chăn thả gia súc. (Diện tích rừng của Brazil đã thu hẹp 10% kể từ năm 1990.) Và bởi vì thực phẩm là hàng hóa thiết yếu trên toàn cầu, những gì được tiêu thụ ở một quốc gia có thể tạo ra những thay đổi về sử dụng đất ở một quốc gia khác. Khi thế giới ăn nhiều thịt hơn, nó làm tăng tốc độ phá rừng tại khu vực Mỹ Latinh. Số lượng bánh burger tăng lên ở bất cứ đâu đều kéo theo việc giảm số lượng cây rừng tại nơi này.

Và tất cả lượng khí thải này cộng dồn lại rất nhanh chóng. Một nghiên cứu của Viện Tài nguyên Thế giới chỉ ra rằng nếu tính đến những thay đổi trong việc sử dụng đất, thì chế độ ăn kiểu Mỹ chịu trách nhiệm cho lượng khí thải gần bằng với toàn bộ năng lượng mà người Mỹ sử dụng cho việc tạo ra điện, sản xuất, giao thông và vận hành các tòa nhà.[12]

Nhưng ở những nơi khác trên thế giới, phá rừng không phải là để tạo ra nhiều bánh burger và bít tết hơn. Ví dụ, tại châu Phi, mục đích của việc phá rừng là để lấy đất sản xuất lương thực và nhiên liệu phục vụ cho dân số ngày càng tăng của lục địa này. Nigeria, quốc gia có tỉ lệ phá rừng cao nhất thế giới, đã mất hơn 60% độ che phủ rừng kể từ năm 1990 và là một trong những nước xuất khẩu than củi lớn nhất thế giới – loại nhiên liệu được sản xuất bằng cách đốt củi.

Mặt khác, tại Indonesia, rừng đang bị chặt phá để nhường chỗ cho cây cọ, loại cây cung cấp dầu cọ – thứ nguyên liệu có mặt ở trong mọi thứ, từ bỏng ngô ở rạp chiếu phim cho đến dầu gội đầu. Đây là một trong những lý do chính khiến quốc gia này trở thành nơi phát thải khí nhà kính nhiều thứ tư trên thế giới.[13]

Tôi ước rằng mình có thể nói với bạn về một phát minh đột phá có khả năng bảo vệ những khu rừng trên toàn cầu. Một số thứ có thể sẽ giúp ích, chẳng hạn như biện pháp giám sát tiên tiến sử dụng vệ tinh để dễ dàng phát hiện các hoạt động phá rừng và tình trạng cháy rừng đang diễn ra, cũng như đo lường mức độ thiệt hại sau đó. Tôi cũng quan tâm đến một số công ty đang phát triển các chất tổng hợp thay thế cho dầu cọ để giúp hạn chế việc phá rừng lấy đất trồng cọ.

Nhưng vấn đề hầu như không nằm ở chỗ công nghệ, mà là chính trị và kinh tế. Con người chặt cây không phải vì họ xấu xa; họ làm điều đó khi động lực chặt cây lớn hơn động lực để cây ở yên đó. Vì vậy, chúng ta cần các giải pháp chính trị và kinh tế, bao gồm việc

trả tiền cho các quốc gia để duy trì các khu rừng của họ, thực thi các quy định được soạn thảo để bảo vệ một số khu vực nhất định, và đảm bảo rằng các cộng đồng ở vùng nông thôn có các cơ hội phát triển kinh tế, giúp họ không phải khai thác tài nguyên thiên nhiên chỉ để tồn tại.

Có thể bạn đã nghe nói đến một giải pháp liên quan đến rừng cho vấn đề biến đổi khí hậu: trồng cây để thu giữ carbon dioxit từ bầu khí quyển. Mặc dù nghe có vẻ đơn giản – một hình thức thu giữ carbon rẻ nhất, sử dụng loại công nghệ đơn giản nhất mà chúng ta có thể tưởng tượng đến – và có sức hấp dẫn rõ ràng đối với tất cả chúng ta, những người yêu cây cối, nhưng nó thực chất lại mở ra một chủ đề rất phức tạp. Nó cần được nghiên cứu nhiều hơn, nhưng hiện tại, tác động của nó đối với biến đổi khí hậu dường như đã bị thổi phồng quá mức.

Giống như trường hợp của sự nóng lên toàn cầu, bạn phải cân nhắc một số yếu tố…

Một cái cây có thể hấp thụ bao nhiêu carbon dioxit trong suốt vòng đời? Con số này có thể biến thiên, nhưng mức ước tính hợp lý là 4 tấn trong khoảng thời gian 40 năm.

Cây xanh sẽ tồn tại được trong bao lâu? Nếu bị thiêu rụi, toàn bộ lượng carbon dioxit mà cây xanh đang lưu trữ sẽ được giải phóng vào bầu khí quyển.

Điều gì sẽ xảy ra nếu bạn để cây mọc? Nếu một cái cây lẽ ra đã phát triển tự nhiên ở đó, bạn sẽ không hấp thụ được thêm bất kỳ lượng carbon nào.

Bạn sẽ trồng cây ở khu vực nào trên thế giới? Khi đã tính đến tất cả các yếu tố, cây cối ở những vùng có tuyết làm ấm nhiều hơn là làm mát, vì chúng có màu tối hơn lớp băng và tuyết ở bên dưới, và những thứ có màu tối thì hấp thụ nhiều nhiệt hơn những thứ có màu sáng. Mặt khác, cây cối trong các khu rừng nhiệt đới làm mát nhiều hơn là làm ấm, bởi vì chúng giải phóng ra nhiều hơi ẩm, tạo thành mây và mây phản xạ ánh sáng Mặt Trời. Cây cối ở những vĩ độ nằm giữa vùng nhiệt đới và vòng cực thì tương đối cân bằng, không gây quá nhiều tác động.

Có gì khác đang được trồng ở chỗ đó? Ví dụ, nếu bạn loại bỏ một trang trại trồng đậu nành và thay thế bằng một khu rừng, bạn đã làm giảm tổng lượng đậu nành sẵn có. Điều này sẽ làm

tăng giá của chúng, và nhiều khả năng ai đó sẽ chặt cây ở nơi khác để trồng đậu nành. Điều này sẽ làm mất đi một phần lợi ích của việc trồng cây.

Khi xét đến tất cả các yếu tố này, việc tính toán chỉ ra rằng bạn sẽ cần một diện tích trồng cây khoảng 20 hecta ở các khu vực nhiệt đới để hấp thụ lượng khí thải trong suốt cuộc đời của một người Mỹ trung bình. Nhân nó lên với dân số của Mỹ, và kết quả là khoảng 6,5 triệu hecta đất, khoảng một nửa diện tích của các lục địa trên thế giới. Số cây đó cần phải được duy trì mãi mãi. Và đó mới chỉ là Mỹ – chúng ta chưa tính đến lượng khí thải của bất kỳ quốc gia nào khác.

Đừng hiểu sai ý tôi: Cây cối mang lại lợi ích trên tất cả mọi mặt, từ mĩ quan cho đến môi trường, và chúng ta nên trồng nhiều cây hơn. Thông thường, bạn có thể giúp cây phát triển ở những nơi chúng đã mọc sẵn, nhờ đó việc trồng cây có thể giúp khắc phục thiệt hại do nạn phá rừng gây ra. Nhưng không có cách thực tế nào để trồng đủ cây nhằm giải quyết các vấn đề do việc đốt nhiên liệu hóa thạch gây ra. Chiến lược hiệu quả nhất liên quan đến cây xanh có thể được sử dụng để đối phó với biến đổi khí hậu là ngừng chặt phá quá nhiều cây xanh chúng ta đang có.

—

Kết luận cuối cùng cho tất cả những điều trên là chúng ta sẽ sớm cần sản xuất thêm 70% lượng lương thực, đồng thời cắt giảm lượng khí thải và tiến tới việc loại bỏ chúng hoàn toàn. Sẽ cần rất nhiều ý tưởng mới, bao gồm các phương thức mới để bón phân cho cây trồng, chăn nuôi và ít lãng phí thức ăn, và người dân ở các nước giàu sẽ cần phải thay đổi một số thói quen – chẳng hạn như ăn ít thịt hơn, ngay cả khi bánh burger là món yêu thích của gia đình bạn.

Chương 7
Cách chúng ta di chuyển

16% của 51 tỉ tấn mỗi năm

Hãy bắt đầu chương bằng một bài kiểm tra nhỏ chỉ gồm hai câu.

1. Thứ nào chứa nhiều năng lượng nhất?

A. Một gallon xăng (khoảng 3,78 lít) B. Một thanh thuốc nổ

C. Một quả lựu đạn

2. Cái nào dưới đây rẻ nhất ở nước Mỹ?

A. Một gallon sữa

B. Một gallon cam ép

C. Một gallon xăng

Câu trả lời đúng là A và C: xăng. Xăng chứa nhiều năng lượng đến đáng kinh ngạc – bạn phải gom 130 thanh thuốc nổ lại với nhau để tạo được năng lượng bằng với một gallon xăng. Dĩ nhiên thuốc nổ giải phóng toàn bộ năng lượng cùng một lúc, còn xăng thì không như thế – và đó là lý do chúng ta sử dụng xăng cho ô tô chứ không phải thuốc nổ.

Tại nước Mỹ, xăng vô cùng rẻ, mặc dù đến lúc cần dừng ở trạm xăng thì điều đó đột nhiên không đúng cho lắm. Ngoài sữa và nước cam, xăng còn rẻ hơn những thứ sau đây khi xét trên cùng thể tích: nước đóng chai Dasani, sữa chua, mật ong, bột giặt, xi-rô cây phong, nước rửa tay diệt khuẩn, latte của Starbucks, nước uống tăng lực Red Bull, dầu ô liu, và rượu vang Charles Shaw với giá rẻ nổi tiếng mà bạn có thể mua tại các cửa hàng tạp hóa. Đúng

vậy – xét cùng thể tích, xăng còn rẻ hơn cả thứ rượu rẻ tiền.

Khi bạn đọc phần còn lại của chương này, hãy ghi nhớ hai điều sau về xăng: Nó chứa nhiều năng lượng và nó rẻ.[i] Những điều này một lời nhắc nhở hữu ích rằng, khi nói đến năng lượng chúng ta nhận được cho mỗi đô-la chúng ta bỏ ra, thì xăng là tiêu chuẩn vàng. Ngoài các sản phẩm tương tự như dầu diesel và nhiên liệu máy bay, không gì khác trong đời sống hằng ngày của chúng ta có thể cung cấp nhiều năng lượng trên mỗi đơn vị thể tích với chi phí thấp như vậy.

---

[i]. Tất nhiên, đối với những người phụ thuộc vào ô tô, xăng cần thiết hơn những thứ khác mà tôi đã liệt kê. Nếu bạn có theo dõi chi tiêu của mình, bạn sẽ cảm thấy áp lực hơn khi xăng tăng giá, thay vì dầu ô liu, thứ mà bạn luôn có thể chủ động mua hoặc không. Nhưng điểm mấu chốt ở đây vẫn là trong số những thứ chúng ta thường xuyên tiêu thụ, xăng vẫn tương đối rẻ.

Hai khái niệm song hành về năng lượng được tạo ra trên với mỗi đơn vị nhiên liệu và mỗi đô-la bỏ ra sẽ còn quan trọng hơn rất nhiều khi chúng ta tìm cách để loại bỏ carbon khỏi hệ thống vận tải. Như bạn đã biết, việc đốt nhiên liệu của ô tô, tàu thủy, và máy bay sẽ thải ra khí carbon dioxit và góp phần gây ra sự nóng lên toàn cầu. Để đạt được con số 0, chúng ta sẽ cần thay thế những loại nhiên liệu đó với thứ có thể tạo ra năng lượng hiệu quả và có giá cả phải chăng tương tự.

Bạn có thể cảm thấy ngạc nhiên rằng tôi đề cập đến điều này khá muộn trong cuốn sách và rằng giao thông vận tải chỉ chiếm 16% lượng khí thải trên toàn cầu, xếp thứ tư sau hoạt động sản xuất, sử dụng điện và trồng trọt. Tôi cũng đã rất ngạc nhiên khi biết được điều này và tôi tin rằng hầu hết mọi người cũng có cảm nhận tương tự. Nếu bạn hỏi một người qua đường xem hoạt động nào có tác động lớn nhất đến biến đổi khí hậu, có lẽ họ sẽ trả lời là đốt than để sản xuất điện, lái ô tô và đi máy bay.

Sự nhầm lẫn này cũng dễ hiểu: Mặc dù giao thông vận tải không phải là nguyên nhân lớn nhất gây ra khí thải trên toàn thế giới, nhưng nó là nguyên nhân số một tại nước Mỹ trong vài năm qua, hơn cả sản xuất điện. Người Mỹ lái xe và đi máy bay rất nhiều.

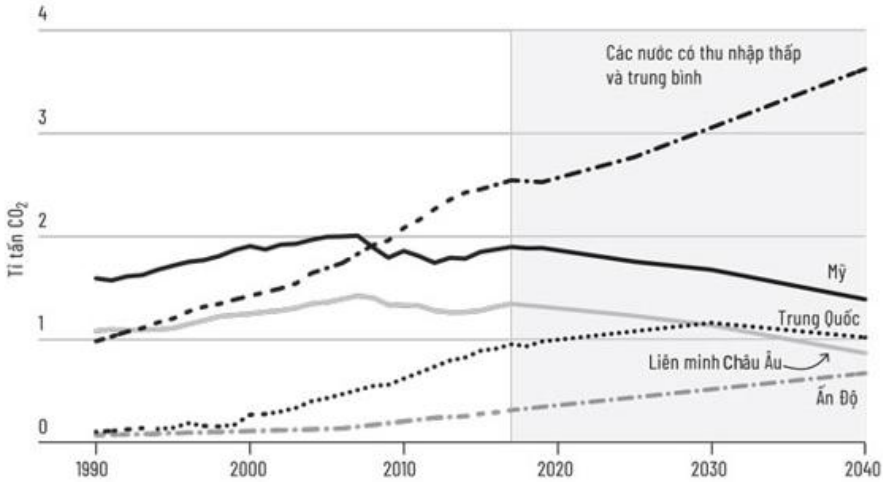
Trong bất kỳ trường hợp nào, nếu muốn đạt được con số 0, chúng ta sẽ phải loại bỏ toàn bộ lượng khí nhà kính đến từ giao thông vận tải tại nước Mỹ và trên toàn thế giới.

Điều này khó đến mức nào? Khá khó, nhưng không hề bất khả thi.

Trong 99,9% lịch sử của nhân loại, chúng ta đã di chuyển mà không cần dựa vào nhiên liệu hóa thạch. Chúng ta đi bộ, cưỡi động vật và chèo thuyền. Và rồi, vào đầu thế kỷ XIX, chúng ta phát minh ra đầu máy xe lửa và tàu hơi nước sử dụng than đá. Và chúng ta không bao giờ nhìn về quá khứ nữa. Chỉ trong một thế kỷ, tàu lửa đã băng qua toàn bộ các lục địa và tàu thủy đã đưa con người và hàng hóa vượt qua các đại dương. Xe hơi chạy bằng xăng xuất hiện vào cuối thế kỷ XIX, tiếp theo đó là sự xuất hiện của hàng không thương mại vào đầu thế kỷ XX – một phát minh đã trở nên thiết yếu đối với nền kinh tế toàn cầu ngày nay.

Mặc dù vẫn chưa quá 200 năm kể từ lần đầu tiên đốt nhiên liệu hóa thạch để phục vụ việc vận chuyển, chúng ta đã trở nên phụ thuộc vào nó khá nhiều. Chúng ta sẽ không bao giờ từ bỏ nó nếu như không có một sản phẩm thay thế nào đó đủ rẻ và đủ khả năng cung cấp nhiên liệu cho những chuyến đi đường dài.

Chúng ta còn một thách thức khác nữa: Lượng carbon cần loại bỏ không chỉ dừng lại ở 8,2 tấn carbon từ ngành giao thông vận tải hiện nay, mà còn hơn thế nữa. Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế dự báo rằng nhu cầu vận tải sẽ tiếp tục tăng ít nhất là đến năm 2050 – ngay cả khi đã tính đến thực tế là COVID-19 sẽ làm hạn chế việc di chuyển và thương mại.[1] Hàng không, vận tải đường bộ và vận chuyển – thay vì ô tô chở khách – sẽ là những nguyên nhân chính của sự gia tăng phát thải trong lĩnh vực này. Vận tải đường biển hiện xử lý 90% lượng hàng hóa được giao dịch trên khắp thế giới, thải ra gần 3% lượng khí thải trên toàn cầu.



COVID-19 đang kìm hãm – nhưng không thể chặn đứng – sự gia tăng phát thải của ngành giao thông vận tải. Mặc dù lượng phát thải sẽ giảm xuống ở nhiều nơi, nhưng chúng sẽ tăng lên rất nhiều tại các nước có thu nhập thấp và trung bình, đến mức lượng khí nhà kính nhìn chung vẫn sẽ tăng lên. (Cơ quan Năng lượng Quốc tế, Triển vọng Năng lượng Thế giới 2020, Rhodium Group)[2]

Phần lớn khí thải do giao thông đến từ các quốc gia phát triển, nhưng lượng phát thải của họ đã đạt đỉnh trong thập niên qua, và thực tế là mức độ khí thải của họ đã giảm đi phần nào. Hiện nay, gần như mọi sự gia tăng carbon đều liên quan đến giao thông từ các nước đang phát triển, khi người dân tại các quốc gia đó nhiều hơn, giàu có lên và mua nhiều ô tô hơn. Như thường lệ, Trung Quốc là ví dụ điển hình nhất – lượng khí thải do giao thông của họ đã tăng gấp đôi trong thập niên qua và gấp mười so với năm 1990.

Mặc dù đã lặp đi lặp lại nhiều lần, nhưng ở đây, tôi vẫn muốn nhắc lại một quan điểm tương tự với khi đề cập đến điện, sản xuất và nông nghiệp: *Chúng ta nên vui mừng vì ngày càng có nhiều người và hàng hóa được vận chuyển*. Khả năng di chuyển giữa các vùng nông thôn và thành thị là một dạng của sự tự do cá nhân, chưa kể đến vấn đề mưu sinh của người nông dân ở các nước nghèo – những người cần đưa thực phẩm của họ đến với thị trường. Các chuyến bay quốc tế kết nối thế giới theo cách ngoài sức tưởng tượng của những con người sống cách đây một thế kỷ; việc gặp gỡ những con người đến từ các quốc gia khác nhau sẽ giúp chúng ta thấu hiểu được các mục tiêu chung. Và trước khi có phương tiện giao thông hiện đại, sự lựa chọn thực phẩm của chúng ta bị hạn chế bởi mùa vụ. Cá nhân tôi cực kỳ thích ăn nho và muốn ăn loại trái cây này quanh năm. Nhưng tôi chỉ có thể tận hưởng điều này

nhờ những chuyến tàu container chở trái cây từ Nam Mỹ hiện đang vận hành bằng nhiên liệu hóa thạch.

Vậy thì chúng ta phải làm thế nào để có được tất cả những lợi ích của việc di chuyển mà không khiến cho khí hậu trở nên khắc nghiệt hơn? Liệu chúng ta nắm trong tay mọi công nghệ xanh cần thiết, hay chúng ta cần có một số đổi mới?

Để trả lời những câu hỏi này, chúng ta phải biết được mức Chi phí Xanh đối với giao thông vận tải. Chúng ta sẽ bắt đầu bằng cách tìm hiểu sâu hơn về nguồn gốc của khí thải.

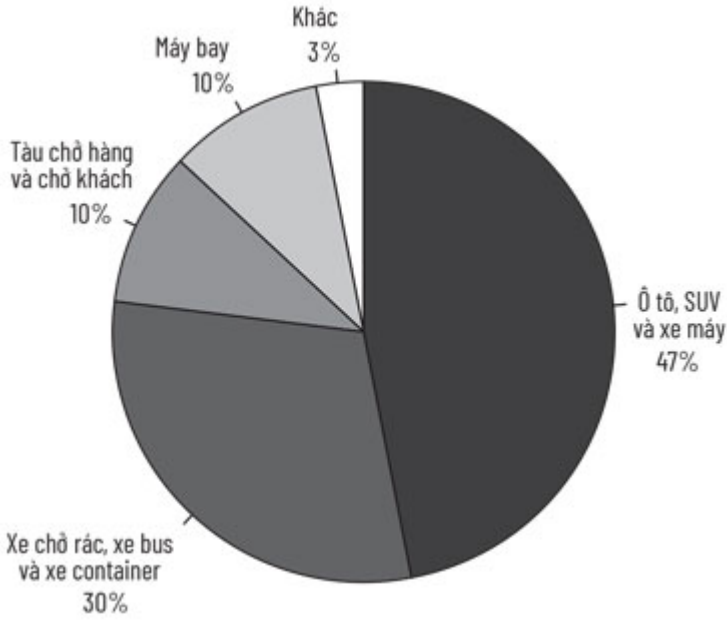
—

Biểu đồ này cho bạn biết phần trăm khí thải đến từ ô tô, xe tải, máy bay, tàu thủy… Mục tiêu của chúng ta là giảm tất cả những con số này về 0.

Lưu ý rằng các loại xe con (như ô tô, SUV, xe máy…) thải ra gần một nửa tổng lượng khí thải. Các loại xe hạng trung và hạng nặng – từ xe chở rác đến xe container 18 bánh – chiếm 30%. Máy bay chiếm khoảng 10%. Tàu container, các loại tàu biển và tàu hỏa chiếm phần còn lại.[i]

---

[i] Xin nhắc lại, tôi chỉ tính lượng khí thải từ nhiên liệu mà các phương tiện sử dụng. Lượng khí thải từ quá trình sản xuất chúng – sản xuất thép và nhựa, vận hành các nhà máy… – được đề cập đến trong Chương 5 "Cách chúng ta sản xuất mọi thứ".



Ô tô không phải là nguyên nhân duy nhất. Các loại xe con thải ra gần một nửa lượng khí thải của ngành giao thông vận tải (Hội đồng Quốc tế về Vận tải Sạch).[3]

Chúng ta hãy xem xét từng loại, bắt đầu từ phần lớn nhất của biểu đồ – ô tô con – và xem xét các lựa chọn hiện tại của việc loại bỏ khí thải.

Ô tô con. Có khoảng một tỉ chiếc ô tô đang chạy trên khắp thế giới.[4] Chỉ tính riêng trong năm 2018, chúng ta đã bổ sung thêm khoảng 24 triệu xe – con số này đã trừ đi những chiếc xe ngừng hoạt động.[5] Vì việc tiêu thụ xăng chắc chắn sẽ phát thải khí nhà kính, nên chúng ta cần một giải pháp thay thế – một là nhiên liệu được sản xuất bằng carbon trong không khí thay vì carbon trong nguyên liệu hóa thạch, hoặc một dạng năng lượng hoàn toàn khác.

Hãy xem xét lựa chọn thứ hai trước. May mắn thay, chúng ta đã có một dạng năng lượng khác, mặc dù không hoàn hảo, nhưng đã được chứng minh là có hiệu quả. Trên thực tế, những chiếc xe sử dụng loại năng lượng này có thể đang được bán ở một đại lý xe hơi ngay gần bạn.

Hiện nay bạn có thể mua một chiếc xe hơi chạy bằng điện từ rất nhiều hãng: Audi, BMW, Chevrolet, Citroën, Fiat, Ford, Honda, Hyundai, Jaguar, Kia, Mercedes-Benz, Nissan, Peugeot, Porsche,

Renault, Smart, Tesla, Volkswagen và nhiều hãng khác, bao gồm cả các nhà sản xuất ở Trung Quốc và Ấn Độ. Tôi đã sở hữu một chiếc xe điện và rất hài lòng với nó.

Mặc dù xe điện từng đắt hơn nhiều so với xe chạy xăng, và thực tế là hiện nay chúng vẫn là lựa chọn đắt tiền hơn, nhưng sự chênh lệch đã giảm đáng kể trong những năm gần đây. Điều này xảy ra là bởi chi phí pin đã rất nhiều – 87% kể từ năm 2010 – cũng như nhờ các khoản miễn thuế và cam kết của chính phủ trong việc đưa thêm nhiều ô tô không phát thải vào thị trường. Dù vậy, Chi phí Xanh của xe điện vẫn ở mức trung bình.

Ví dụ, hãy xem xét hai chiếc xe được sản xuất bởi hãng Chevrolet: chiếc Malibu sử dụng xăng và chiếc Bolt EV chạy hoàn toàn bằng điện.

Malibu
Giá khởi điểm: 22.095 đô-la
Tiêu thụ nhiên liệu: Khoảng 12 km/l trong thành phố và 15 km/l trên cao tốc.
Hàng hóa chuyên chở: 0,44 m³
Mã lực: 250
Bolt EV
Giá khởi điểm: 36.620 đô-la
Khoảng cách đi được: 402 km
Hàng hóa chuyên chở: 1,60 m³
Mã lực: 200

Chevy so với Chevy. Malibu chạy xăng so với Bolt EVchạy điện hoàn toàn. (Chevrolet)[6]

Các tính năng của chúng gần như giống nhau khi xét đến công suất động cơ, chỗ ngồi cho hành khách… Chiếc Bolt có giá cao hơn 14.000 đô-la (chưa tính đến những khoản ưu đãi thuế có thể giúp nó rẻ hơn), nhưng bạn không thể tính được mức Chi phí Xanh chỉ bằng giá mua xe. Điều quan trọng không chỉ là chi phí mua xe mà là tổng chi phí của việc mua và *sở hữu* xe. Ví dụ, bạn phải tính đến việc xe điện ít cần bảo trì hơn và sử dụng điện, thay vì xăng. Mặt khác, vì xe điện đắt tiền hơn, nên bạn sẽ phải trả nhiều tiền hơn cho bảo hiểm ô tô.

Khi đã tính đến tất cả những chênh lệch này và nhìn vào tổng chi phí sở hữu, chiếc Bolt EV chạy điện sẽ đắt hơn 6,21 cent/km so với chiếc Malibu chạy xăng.[7]

Con số 6,21 cent/km có nghĩa gì? Nếu bạn lái 10.000 km mỗi năm, nó tương đương mức chi phí tăng thêm là 621 đô-la mỗi năm – một con số đáng kể, nhưng nó đủ thấp để người mua có thể cân nhắc xe điện như một sự lựa chọn hợp lý.

Và đó là mức trung bình của cả nước tại Mỹ. Mức Chi phí Xanh sẽ khác với các quốc gia khác – yếu tố chủ đạo là sự khác biệt giữa giá điện và xăng. (Điện rẻ hơn hoặc xăng đắt hơn sẽ khiến mức Chi phí Xanh thấp hơn.) Tại một số khu vực của châu Âu, giá xăng cao đến mức nó khiến Chi phí Xanh đối với xe điện chỉ còn bằng 0. Ngay cả nước Mỹ, khi giá pin tiếp tục giảm, tôi dự đoán mức chi phí tăng thêm với hết các loại xe sẽ bằng 0 vào năm 2030.

Đó là một tin vui và xe điện sẽ phổ biến hơn khi chúng có giá cả phải chăng hơn. (Tôi sẽ nói thêm về cách chúng ta có thể làm được điều này ở cuối chương.) Nhưng ngay cả vào năm 2030, xe điện vẫn sẽ có một số hạn chế so với xe chạy xăng.

Thứ nhất, giá xăng thường xuyên biến động, và xe điện chỉ là sự lựa chọn rẻ hơn khi giá xăng ở trên một mức nhất định. Vào tháng 5 năm 2020, giá xăng ở nước Mỹ giảm xuống chỉ còn 0,48 đô-la một lít.

Khi xăng rẻ như vậy, xe điện không thể cạnh tranh được vì giá pin quá đắt. Với giá pin ngày nay, chủ sở hữu xe điện chỉ tiết kiệm được tiền nếu giá xăng cao hơn khoảng 0,79 đô-la một lít.

Hạn chế thứ hai là phải mất một tiếng hoặc hơn để sạc đầy một chiếc xe điện, nhưng thời gian này đổ xăng chỉ là 5 phút. Ngoài ra, việc sử dụng xe điện để tránh phát thải carbon chỉ có hiệu quả nếu điện được tạo ra từ các nguồn không carbon. Đây là một lý do tại sao những đột phá mà tôi đã đề cập tới trong Chương 4 lại quan trọng đến như vậy. Nếu sử dụng điện tạo ra từ than cho việc sạc ô tô, chúng ta chỉ đang hoán đổi nhiên liệu hóa thạch từ dạng này sang dạng khác.

Thêm vào đó, sẽ mất rất nhiều thời gian để ngừng sử dụng tất cả những chiếc ô tô chạy bằng xăng. Trung bình, tính từ thời điểm rời khỏi dây chuyền lắp ráp, tuổi thọ của một chiếc xe là hơn 13 năm trước khi nó không thể hoạt động tốt được nữa. Vòng đời dài như vậy có nghĩa là nếu muốn toàn bộ ô tô tại nước Mỹ chạy bằng điện vào năm 2050, thì xe điện phải chiếm gần như 100% doanh số bán ô tô trong vòng 15 năm tới. Hiện nay, chúng chỉ chiếm ít hơn 2%.

Như tôi đã đề cập, một cách khác để đạt được con số 0 là chuyển sang sử dụng nhiên liệu thay thế dạng lỏng, được sản xuất bằng carbon trong bầu khí quyển. Khi đốt cháy loại nhiên liệu này, bạn sẽ không thải thêm carbon vào không khí, bạn chỉ thải lại đúng lượng carbon đã được sử dụng để sản xuất ra nhiên liệu.

Khi nhìn thấy cụm từ "nhiên liệu thay thế", có thể bạn nghĩ đến ethanol, một loại nhiên liệu được chiết xuất từ ngô, mía hoặc củ cải đường. Nếu bạn sống tại nước Mỹ, có lẽ ô tô của bạn đang sử dụng loại nhiên liệu sinh học này rồi – hầu hết xăng được bán tại đây chứa 10% ethanol, và gần như toàn bộ lượng ethanol này đều được sản xuất từ ngô. Có những chiếc ô tô ở Brazil chạy 100% bằng ethanol làm từ mía. Một vài quốc gia khác chỉ sử dụng rất ít loại nhiên liệu này.

Vấn đề là: Ethanol làm từ ngô không phải là không carbon, và tùy thuộc vào cách thức sản xuất, nó thậm chí có thể thải ra nhiều carbon hơn. Việc trồng cây cần phân bón. Quá trình tinh chế – khi ngô được chế biến thành nhiên liệu – cũng tạo ra khí thải. Bên cạnh đó, việc trồng cây để lấy nhiên liệu chiếm mất một phần đất trồng lương thực – điều này có thể khiến nông dân chặt cây rừng để lấy đất trồng trọt.

Tuy vậy, loại nhiên liệu thay thế không phải là một sự thất bại. Một số loại nhiên liệu sinh học tiên tiến, thế hệ thứ hai không gặp phải những vấn đề của nhiên liệu sinh học thông thường. Chúng có thể được làm ra từ những loại thực vật không được trồng để làm thực phẩm – trừ phi bạn thích ăn salad cỏ switchgrass – hoặc từ các phụ phẩm nông nghiệp (chẳng hạn như thân cây ngô), phụ phẩm còn sót lại từ quá trình làm giấy và thậm chí chất thải sân vườn (cỏ dại, lá rụng…) và thức ăn thừa. Vì không phải là cây lương thực nên chúng cần ít hoặc hoàn toàn không cần phân bón, chúng cũng không chiếm dụng đất nông nghiệp được dùng để sản xuất lương thực cho người và gia súc.

Có một số nhiên liệu sinh học tiên tiến được các chuyên gia gọi là nhiên liệu "đổ vào" (drop-in fuel) – nghĩa là bạn có thể sử dụng chúng (hay "đổ chúng vào") một động cơ thông thường mà không cần phải sửa đổi động cơ. Một lợi ích nữa là chúng ta có thể vận chuyển loại nhiên liệu này bằng các tàu chở dầu, đường ống và các cơ sở hạ tầng khác mà chúng ta vốn đã chi hàng tỉ đô-la để xây dựng và duy trì.

Tôi cảm thấy khá lạc quan về nhiên liệu sinh học, nhưng đó là một lĩnh vực còn nhiều khó khăn. Một trải nghiệm cá nhân của tôi đã

cho thấy việc tạo ra một bước đột phá trong lĩnh vực này khó đến đâu. Một vài năm trước, tôi biết một công ty Mỹ có một quy trình độc quyền để tạo nhiên liệu từ sinh khối, chẳng hạn như cây cối. Tôi đã đến thăm nhà máy của họ và cảm thấy ấn tượng bởi những gì đã thấy, và sau khi thẩm định, tôi đã quyết định đầu tư 50 triệu đô-la vào công ty này. Nhưng công nghệ của họ không đủ tốt – nhiều thách thức kỹ thuật khác nhau khiến cho nhà máy không thể tạo ra lượng sản phẩm cần thiết để mang lại lợi ích kinh tế – và cuối cùng, nhà máy tôi đến thăm bị đóng cửa. Dù mất 50 triệu đô-la nhưng tôi không hối tiếc gì cả. Chúng ta cần khám phá nhiều ý tưởng, dù biết rằng phần lớn sẽ thất bại.

Không may thay, nghiên cứu về nhiên liệu sinh học tiên tiến vẫn chưa nhận được nhiều sự đầu tư, chúng cũng chưa sẵn sàng để được triển khai ở quy mô cần thiết cho việc loại bỏ carbon khỏi hệ thống giao thông vận tải. Do đó, việc sử dụng chúng để thay thế xăng sẽ khá tốn kém. Các chuyên gia cũng chưa thống nhất về chi phí chính xác của các loại nhiên liệu sạch, và bởi vì có quá nhiều mức ước tính khác nhau, tôi sẽ sử dụng chi phí trung bình từ một số nghiên cứu.

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế xăng bằng nhiên liệu sinh học tiên tiến[8]

Loại nhiên liệu: Xăng	
Giá bán lẻ mỗi lít	0,64 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,32 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)
Chi phí Xanh	**106%**

LƯU Ý: Giá bán lẻ trong bảng này và các bảng sau là giá trung bình tại nước Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Giá của các lựa chọn không carbon được ước tính theo thời điểm hiện tại.

Nhiên liệu sinh học lấy năng lượng từ thực vật, nhưng đó không phải là cách duy nhất để tạo ra nhiên liệu thay thế. Chúng ta cũng có thể sử dụng điện không carbon để kết hợp hydro ở trong nước với carbon trong carbon dioxit, từ đó tạo ra nhiên liệu hydrocarbon. Vì quá trình này sử dụng điện nên những nhiên liệu này đôi khi được gọi là nhiên liệu điện. Chúng có rất nhiều lợi thế. Chúng là một loại nhiên liệu "đổ vào", và bởi vì chúng lấy carbon dioxit thu được từ bầu khí quyển, nên việc sử dụng chúng sẽ không làm tăng tổng lượng phát thải.

Nhưng nhiên liệu điện cũng có một nhược điểm: Chúng rất đắt. Bạn cần đến hydro để tạo ra chúng, và như tôi đã đề cập đến trong Chương 4, việc tạo ra hydro mà không thải carbon tốn rất nhiều tiền. Ngoài ra, bạn cần phải sử dụng điện sạch để tạo ra chúng – nếu không thì việc này là vô nghĩa – trong khi đó, chúng ta lại chưa có đủ điện sạch để sản xuất nhiên liệu một cách kinh tế. Tất cả những yếu tố này khiến nhiên liệu điện có mức Chi phí Xanh cao:

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế xăng bằng các nhiên liệu thay thế không carbon[9]

Loại nhiên liệu: Xăng		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,64 đô-la	0,64 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,32 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,16 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**106%**	**237%**

Điều này có ý nghĩa gì đối với một hộ gia đình thông thường? Ở Mỹ, một hộ gia đình thông thường chi khoảng 2.000 đô-la một năm cho xăng.[10] Vì vậy nếu giá tăng gấp đôi, mức chi phí tăng thêm sẽ là 2.000 đô-la; nếu giá tăng gấp ba, mức chi phí tăng thêm sẽ là 4.000 đô-la cho mọi loại xe con thông dụng ở Mỹ.

Xe chở rác, xe buýt và xe container. Điều không may là pin không phải là một lựa chọn thực tế dành cho xe buýt và xe tải đường dài. Phương tiện càng lớn, quãng đường mong muốn đi được với mỗi lần sạc càng xa, thì việc cung cấp năng lượng bằng điện càng khó khăn. Nguyên nhân là do pin nặng, chúng chỉ có thể lưu trữ lượng năng lượng hạn chế và chỉ có thể phát ra một lượng năng lượng nhất định tại một thời điểm. (Chúng ta cần một động cơ mạnh hơn – có nhiều pin hơn – để chạy một chiếc xe tải hạng nặng so với một chiếc hatchback hạng nhẹ.)

Các phương tiện vận tải hạng trung, như xe chở rác và xe buýt nội đô, nhìn chung là đủ nhẹ để khiến cho điện trở thành một lựa chọn khả thi. Chúng cũng có lợi thế là chạy các tuyến đường tương đối ngắn và đỗ xe ở cùng một địa điểm hằng đêm, vì vậy việc thiết lập các trạm sạc là rất dễ dàng. Thành phố Thâm Quyến, Trung Quốc – nơi sinh sống của 12 triệu người – đã điện khí hóa toàn bộ hệ thống xe, gồm 16.000 xe buýt và gần hai phần ba số xe taxi trong thành phố.[11] Với số lượng xe buýt điện đang được bán ở Trung Quốc, tôi nghĩ mức Chi phí Xanh cho xe buýt sẽ bằng 0 trong vòng một thập niên, và điều đó có nghĩa là hầu hết các

thành phố trên thế giới đều có khả năng chuyển đổi hệ thống xe buýt của họ.

Thâm Quyến, Trung Quốc, đã điện khí hóa hệ thống xe gồm 16.000 chiếc xe buýt.[12]

Nhưng nếu bạn muốn đi xa hơn và mang theo nhiều hàng hóa hơn, chẳng hạn như lái một chiếc container chở đầy hàng hóa đi xuyên nước Mỹ, thì việc này sẽ khác hẳn so với lái một chiếc xe buýt chở học sinh trên một tuyến đường quanh khu phố. Bạn cần phải mang theo nhiều pin hơn. Khi mang nhiều pin hơn, chiếc xe của bạn sẽ phải gánh thêm trọng lượng. *Rất nhiều* trọng lượng.

Xét trên cùng một đơn vị trọng lượng, loại pin lithium-ion tốt nhất hiện nay cung cấp năng lượng ít hơn 35 lần so với xăng. Nói cách khác, để có được phần năng lượng tương đương với một lít xăng, bạn sẽ cần pin nặng hơn 35 lần so với xăng.

Đây là ý nghĩa của điều đó trong thực tế. Theo một nghiên cứu vào năm 2017 của hai kỹ sư cơ khí tại Đại học Carnegie Mellon, một chiếc xe tải chở hàng chạy bằng điện có thể đi được khoảng 960 km trong một lần sạc sẽ cần nhiều pin đến mức nó sẽ phải chở ít hơn 25% hàng hóa so với thông thường.[13] Và một chiếc xe tải có phạm vi hoạt động khoảng 1.450 km thì không cần bàn cãi: Nó sẽ cần nhiều pin đến nỗi khó có thể chở được bất kỳ hàng hóa nào.

Hãy nhớ rằng một chiếc xe tải thông thường chạy bằng dầu diesel có thể đi hơn 1.600 km mà không cần tiếp nhiên liệu. Thế nên, để có thể điện khí hóa xe tải ở Mỹ, các công ty vận chuyển hàng hóa sẽ phải chuyển sang các phương tiện chở được ít hàng hơn, dừng lại để sạc điện thường xuyên hơn, dành nhiều giờ để làm điều đó, và bằng cách nào đó phải vượt qua những đoạn đường cao tốc dài, nơi không có trạm sạc. Việc này sẽ chẳng thể xảy ra trong ngày một ngày hai. Mặc dù điện là một lựa chọn tốt với quãng đường ngắn, nhưng nó không phải là giải pháp thiết thực cho những chiếc xe tải hạng nặng chạy đường dài.

Bởi vì chúng ta không thể điện khí hóa xe tải chở hàng, các giải pháp duy nhất hiện có là nhiên liệu điện và nhiên liệu sinh học tiên tiến. Không may thay, chúng cũng có mức Chi phí Xanh rất cao. Hãy đưa chúng vào bảng sau.

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế dầu diesel bằng các nhiên liệu thay thế không carbon[14]

Loại nhiên liệu: Dầu diesel		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,72 đô-la	0,72 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,39 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**101%**	**232%**

Tàu thủy và máy bay. Cách đây không lâu, tôi và người bạn Warren Buffett đã nói về cách thế giới có thể loại bỏ carbon máy bay. Warren đặt câu hỏi: "Tại sao chúng ta không thể sử dụng máy bay phản lực chạy bằng pin?" Ông ấy biết rằng khi một chiếc máy bay phản lực cất cánh, nhiên liệu của nó đã chiếm từ 20 đến 40% trọng lượng. Vì vậy, khi tôi nói với ông về việc chúng ta cần một lượng pin có trọng lượng gấp 35 lần so với nhiên liệu máy bay để tạo ra năng lượng tương đương, ông đã nhanh chóng hiểu ra vấn đề. Bạn càng cần nhiều điện, máy bay của bạn càng nặng. Nó có thể nặng tới mức máy bay không thể nào cất cánh được. Warren chỉ mỉm cười, gật đầu và khẽ nói "À".

Khi bạn định cấp năng lượng cho các phương tiện nặng và lớn như tàu container, quy tắc cơ bản mà tôi đã đề cập trước đó chính là một định luật: *Phương tiện càng lớn, quãng đường mong muốn đi được với mỗi lần sạc càng xa, thì việc cung cấp năng lượng bằng điện càng khó khăn.* Nếu không có đột phá, pin sẽ không bao giờ đủ nhẹ và đủ mạnh để giúp máy bay và tàu thủy di chuyển trên những chặng đường dài.

Hãy xem xét những công nghệ và kỹ thuật hiện đại nhất ở thời điểm hiện tại. Chiếc máy bay chạy hoàn toàn bằng điện tốt nhất trên thị trường có thể chở được hai hành khách, đạt tốc độ tối đa 338 km/h và bay được 3 tiếng trước khi cần sạc lại.[i] Trong khi đó, một chiếc Boeing 787 có thể chở 296 hành khách, với tốc độ 1.046 km/h và bay được gần 20 tiếng trước khi cần nạp nhiên liệu.15 Nói cách khác, một chiếc máy bay phản lực chạy bằng nhiên liệu hóa thạch có thể bay nhanh gấp ba lần, lâu gấp sáu lần và chở số người nhiều gấp gần 150 lần so với chiếc máy bay chạy điện tốt nhất trên thị trường.

---

[i]. Tốc độ bay thường được đo bằng nút (knot), nhưng hầu hết mọi người (bao gồm cả tôi) đều không biết đến đơn vị này. Một nút gần bằng 2 km/h.

Pin ngày càng có chất lượng cao hơn, nhưng khó có thể tưởng tượng là nó sẽ bắt kịp với khoảng cách hiện tại. Nếu may mắn, chúng có thể có mật độ năng lượng cao gấp ba lần so với hiện tại, nhưng kể cả trong trường hợp đó, mật độ năng lượng của chúng vẫn thấp hơn 12 lần so với xăng hoặc nhiên liệu máy bay. Giải pháp tốt nhất của chúng ta là thay thế nhiên liệu máy bay bằng nhiên liệu điện và nhiên liệu sinh học tiên tiến. Nhưng trước hết, hãu xem mức chi phí tăng thêm đắt đỏ của chúng.

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế nhiên liệu máy bay bằng các nhiên liệu thay thế không carbon[16]

Loại nhiên liệu: Nhiên liệu máy bay		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,59 đô-la	0,59 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,42 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,34 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**141%**	**296%**

Điều tương tự cũng xảy ra đối với tàu chở hàng.[17] Các tàu container tốt nhất có thể chở lượng hàng gấp 200 lần so với cả hai tàu điện hiện đang hoạt động và chúng có thể di chuyển trên các tuyến đường dài hơn 400 lần. Đó là những lợi thế lớn cho những con tàu cần vượt qua đại dương.

Với mức độ quan trọng của tàu container trong nền kinh tế toàn cầu, tôi không nghĩ rằng sẽ là khả thi về mặt tài chính nếu chúng ta cố gắng cấp năng lượng cho chúng bằng bất cứ thứ gì khác ngoài nhiên liệu lỏng. Việc chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu

thay thế sẽ đem đến nhiều lợi ích. Bởi vì riêng việc vận tải đã chiếm đến 3% tổng lượng khí thải, nên nhiên liệu sạch sẽ giúp chúng ta giảm đáng kể lượng khí thải. Tiếc thay, loại nhiên liệu mà tàu container đang sử dụng, được gọi là dầu nhiên liệu, lại vô cùng rẻ bởi vì nó được tạo ra từ cặn của quá trình lọc dầu. Vì nhiên liệu hiện tại quá rẻ nên mức Chi phí Xanh với tàu thủy là rất cao.

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế dầu nhiên liệu bằng các nhiên liệu thay thế không carbon[18]

Loại nhiên liệu: Dầu nhiên liệu		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,34 đô-la	0,34 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,39 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**326%**	**603%**

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế các nhiên liệu hiện nay với các nhiên liệu thay thế không carbon được tổng hợp trong bảng sau.

Loại nhiên liệu: Xăng		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,64 đô-la	0,64 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,32 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,16 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**106%**	**237%**
Loại nhiên liệu: Dầu diesel		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,72 đô-la	0,72 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,39 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**101%**	**232%**

Loại nhiên liệu: Nhiên liệu máy bay		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,59 đô-la	0,59 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,42 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,34 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**141%**	**296%**

Loại nhiên liệu: Dầu nhiên liệu		
Giá bán lẻ mỗi lít	0,34 đô-la	0,34 đô-la
Nhiên liệu không carbon trên mỗi lít	1,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	2,39 đô-la (nhiên liệu điện)
Chi phí Xanh	**326%**	**603%**

Liệu hầu hết mọi người có sẵn sàng chấp nhận những mức gia tăng này không? Điều này còn chưa rõ. Nhưng xét đến lần cuối cùng nước Mỹ tăng thuế xăng ở cấp liên bang – dù ở bất cứ mức nào – là vào năm 1993, hơn 25 năm trước, tôi không nghĩ rằng người Mỹ muốn trả thêm tiền cho xăng.

—

Có bốn cách để cắt giảm lượng khí thải từ giao thông vận tải. Cách thứ nhất là di chuyển ít hơn – lái xe, đi máy bay, đi tàu ít hơn. Chúng ta nên khuyến khích những hình thức thay thế như đi bộ, đạp xe, và đi chung xe; và một tin mừng là có nhiều thành phố đang sử dụng quy hoạch đô thị thông minh để thực hiện điều này.

Một cách khác để cắt giảm lượng khí thải là giảm sử dụng các vật liệu có quá trình sản xuất làm phát thải nhiều carbon trong quá trình chế tạo ô tô, mặc dù điều này không liên quan đến khí thải phát sinh do nhiên liệu, chủ đề mà chúng ta đề cập trong chương này. Như tôi đã đề cập trong Chương 5, mọi chiếc ô tô đều được làm từ các vật liệu như thép và nhựa, những vật liệu này không thể được sản xuất mà không thải ra khí nhà kính. Càng ít loại vật liệu này trong xe, dấu vết carbon của xe càng thấp.

Cách thứ ba để cắt giảm lượng khí thải là sử dụng nhiên liệu hiệu quả hơn. Vấn đề này nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà lập pháp và báo chí, vì nó liên quan đến xe khách và xe tải; hầu hết các nền kinh tế lớn đều có tiêu chuẩn tiết kiệm nhiên liệu cho những loại phương tiện này, và họ đã tạo ra sự khác biệt lớn bằng cách buộc các công ty xe hơi tài trợ cho việc cải tiến kỹ thuật nhằm làm động cơ hoạt động hiệu quả hơn.

Nhưng những tiêu chuẩn này cũng không quá hiệu quả. Ví dụ, những tiêu chuẩn khí thải được đề xuất cho ngành hàng không và vận tải quốc tế hầu như bất khả thi. Quốc gia nào sẽ nắm thẩm quyền về lượng khí thải carbon của một tàu container ở giữa Đại Tây Dương?

Bên cạnh đó, mặc dù việc chế tạo và sử dụng hiệu quả các phương tiện giao thông là những bước đi quan trọng theo đúng hướng, nhưng chúng sẽ không giúp chúng ta đạt được con số 0. Ngay cả khi bạn đốt ít xăng hơn, nhưng sự thật vẫn là bạn vẫn đang đốt xăng.

Điều đó dẫn đến cách thứ tư, và có lẽ là cách hiệu quả nhất để chúng ta có thể loại bỏ lượng phát thải từ giao thông vận tải: chuyển sang phương tiện sử dụng điện và nhiên liệu thay thế. Như tôi đã đề cập đến trong chương này, cả hai sự lựa chọn này đều có những mức Chi phí Xanh khác nhau. Hãy xem xét các cách để làm giảm chi phí này.

LÀM SAO ĐỂ GIẢM CHI PHÍ XANH

Đối với ô tô con, mức Chi phí Xanh đang giảm dần và cuối cùng sẽ bằng 0. Đúng là khi các xe hơi và xe điện hiệu suất cao bắt đầu thay thế các phương tiện hiện nay, số tiền thu được từ thuế xăng sẽ giảm xuống và có thể làm giảm nguồn kinh phí dành cho việc xây dựng và bảo trì đường sá. Các bang có thể thay thế số kinh phí bị mất đó bằng cách tính thêm phí cho chủ sở hữu xe điện khi họ gia hạn biển số xe – hiện nay đã có 19 bang đang áp dụng cách này – mặc dù điều này đồng nghĩa với việc phải mất một hoặc hai năm nữa để xe điện có giá rẻ như ô tô chạy xăng.

Xe điện cũng đang gặp phải một khó khăn khác: Đó là sự đam mê của người Mỹ dành cho những chiếc xe tải to lớn ngốn xăng. Trong năm 2019, người Mỹ đã mua hơn năm triệu chiếc ô tô, cộng với 12 triệu chiếc xe tải và SUV. Chỉ khoảng 2% số này không chạy bằng xăng.[20]

Để thay đổi tình hình này, chính phủ cần đưa ra một số chính sách sáng tạo. Chúng ta có thể đẩy nhanh quá trình chuyển đổi bằng cách áp dụng các chính sách khuyến khích việc mua xe điện và tạo ra một mạng lưới các trạm sạc để xe điện trở nên thiết thực hơn. Các cam kết trên toàn quốc có thể giúp thúc đẩy nguồn cung ô tô và làm giảm giá thành của chúng; Trung Quốc, Ấn Độ và một số quốc gia ở châu Âu đều đã công bố mục tiêu loại bỏ dần các phương tiện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch – chủ yếu là ô tô con –

trong những thập niên tới. California đã cam kết chỉ mua xe buýt điện vào năm 2029 và cấm bán ô tô chạy bằng xăng vào năm 2035.

Tiếp đó, để có thể đưa tất cả những chiếc xe điện này vào hoạt động, chúng ta sẽ cần rất nhiều điện sạch. Chính vì vậy, chúng ta lại có thêm một lý do cho thấy tầm quan trọng của việc triển khai các nguồn năng lượng tái tạo, cũng như theo đuổi những đột phá trong việc sản xuất và lưu trữ điện mà tôi đã đề cập trong Chương 4.

Chúng ta cũng nên xem xét tiềm năng của những con tàu container chạy bằng năng lượng hạt nhân. Rủi ro có thể thực sự xảy ra (ví dụ, chúng ta cần đảm bảo nhiên liệu hạt nhân không rò rỉ nếu như tàu bị chìm), nhưng nhiều thách thức kỹ thuật đã được giải quyết. Xét cho cùng, tàu ngầm quân sự và tàu sân bay cũng đang chạy bằng năng lượng hạt nhân.

Cuối cùng, chúng ta cần một nỗ lực lớn để khám phá tất cả các phương thức để tạo ra nhiên liệu sinh học tiên tiến và nhiên liệu điện giá rẻ. Các công ty và các nhà nghiên cứu đang khám phá một số phương pháp khác nhau – chẳng hạn như những phương thức mới để tạo ra hydro bằng điện, hoặc sử dụng năng lượng Mặt Trời, hoặc sử dụng các vi sinh vật vốn có khả năng sản xuất hydro. Càng khám phá nhiều phương pháp, chúng ta càng làm tăng cơ hội đạt được đột phá.

—

Thực sự khó để đơn giản hóa giải pháp cho một vấn đề phức tạp như thế này bằng một câu duy nhất. Nhưng đối với giao thông vận tải, một tương lai không carbon về cơ bản là như sau: Sử dụng điện để cấp năng lượng cho mọi phương tiện có thể, và sử dụng nhiên liệu thay thế giá rẻ đối với các phương tiện còn lại.

Trong nhóm sử dụng điện là ô tô con, xe tải (hạng nhẹ và hạng trung) và xe buýt. Nhóm còn lại là xe tải đường dài, tàu hỏa, máy bay, tàu container. Về mặt chi phí, những chiếc xe khách chạy bằng điện chẳng mấy chốc sẽ không còn đắt hơn những xe chạy bằng xăng – đây là một tin tốt; nhưng nhiên liệu thay thế vẫn còn đắt – điều này không tốt cho lắm. Chúng ta cần cải tiến để hạ thấp giá thành.

Chương này đã đề cập đến cách chúng ta chuyên chở hành khách và hàng hóa từ nơi này đến nơi khác. Ở chương tiếp theo, tôi sẽ nói

đến những nơi mà chúng ta đi đến – nhà, văn phòng và trường học – và những gì cần phải làm để khiến những địa điểm ấy phù hợp hơn với một thế giới đang nóng lên.

Chương 8

Cách chúng ta làm mát và giữ ấm

7% của 51 tỉ tấn mỗi năm

Tôi chưa bao giờ nghĩ rằng mình sẽ thích một điều gì đó về bệnh sốt rét. Nó giết chết 400.000 người mỗi năm, hầu hết là trẻ em, và Quỹ Gates là một phần trong nỗ lực toàn cầu để tiêu diệt nó. Vì vậy, tôi đã cảm thấy rất ngạc nhiên khi biết được một điểm tốt về căn bệnh này: Nó góp phần vào sự ra đời của điều hòa nhiệt độ.

Con người đã cố gắng đánh bại cái nóng trong nhiều thiên niên kỷ.[1] Các tòa nhà ở Ba Tư cổ đại được trang bị các thiết bị đón gió, hay còn gọi là *badgirs*, giúp giữ cho không khí lưu thông và nhiệt độ mát mẻ. Cỗ máy đầu tiên được biết đến là tạo ra không khí lạnh đã được phát minh vào những năm 1840 bởi John Gorrie, một bác sĩ ở Florida, người nghĩ rằng nhiệt độ mát hơn sẽ giúp các bệnh nhân sốt rét của ông hồi phục.[2]

Vào thời gian này, người ta tin rằng bệnh sốt rét không phải được gây ra bởi ký sinh trùng như chúng ta biết, mà là do không khí có chất lượng xấu. Gorrie đã tạo ra một thiết bị giúp làm mát bằng cách cho không khí đi qua một khối đá lạnh lớn treo trên trần nhà. Nhưng thiết bị này làm đá tan nhanh, và đá lại khá đắt do cần được vận chuyển từ phía bắc xuống. Vì vậy, Gorrie đã thiết kế một chiếc máy để tự làm đá.

Cuối cùng, ông đã nhận được bằng sáng chế cho chiếc máy làm đá của mình và rời bỏ ngành y để cố gắng tiếp thị phát minh. Không may thay, kế hoạch kinh doanh của ông không thành công. Sau hàng loạt vận rủi, Gorrie đã qua đời trong sự nghèo khổ vào năm

1855.

Tuy nhiên, ý tưởng của ông vẫn được tiếp nối. Bước cải tiến lớn tiếp theo của máy điều hòa nhiệt độ đã được một kỹ sư tên là Willis Carrier thực hiện vào năm 1902. Khi ấy, ông ta được chủ cử đến một cửa hàng in ở New York để tìm cách giữ cho các trang tạp chí không bị nhăn khi chúng ra khỏi máy in. Nhận thấy rằng các nếp nhăn là do độ ẩm cao gây ra, Carrier đã thiết kế một chiếc máy làm giảm độ ẩm và cả nhiệt độ trong phòng. Ông không biết rằng mình đã khai sinh ra nền công nghiệp điều hòa nhiệt độ.

Chỉ hơn một thế kỷ sau khi hệ thống điều hòa nhiệt độ đầu tiên được lắp đặt tại nhà riêng, hiện nay 90% các hộ gia đình ở nước Mỹ đã sở hữu ít nhất là một dạng máy điều hòa.[3] Nếu bạn đã từng đi xem một trận đấu hay một buổi biểu diễn ở một sân vận động mái vòm, hãy cảm ơn những chiếc máy điều hòa. Và thật khó để tưởng tượng rằng những nơi như Florida và Arizona sẽ là điểm đến hấp dẫn với những người về hưu nếu không có phát minh này.

Máy điều hòa không còn đơn giản là một sự thoải mái xa xỉ giúp những ngày hè trở nên dễ chịu; giờ đây, nền kinh tế hiện đại phụ thuộc vào nó. Chẳng hạn như đối với các cụm máy chủ chứa hàng nghìn máy tính, với vai trò khiến những tiến bộ trong lĩnh vực điện toán ngày nay trở nên khả thi (bao gồm cả những chiếc máy tính thực hiện điện toán đám mây, nơi bạn lưu trữ nhạc và ảnh). Chúng tạo ra một lượng nhiệt rất lớn và nếu không được làm mát, chúng hoàn toàn có thể bị quá tải nhiệt và tan chảy.

Nếu bạn sống trong một hộ gia đình Mỹ điển hình, máy điều hòa nhiệt độ là thiết bị tiêu thụ điện nhiều nhất mà bạn sở hữu – nhiều hơn cả đèn, tủ lạnh và máy tính cộng lại.[i] Tính toán về lượng phát thải của điện đã được tôi thực hiện trong chương 4, nhưng tôi nhắc lại nó ở đây vì việc làm mát không gian là một yếu tố quan trọng, cả ở thời điểm hiện tại lẫn tương lai. Ngoài ra, mặc dù máy điều hòa cần nhiều *điện* nhất, nhưng nó không phải là thứ tiêu thụ *năng lượng* hàng đầu, xét trên khía cạnh sinh hoạt và kinh doanh. Vị trí đó thuộc về lò sưởi và bình nóng lạnh. (Điều này cũng đúng tại châu Âu và nhiều khu vực khác.) Tôi sẽ nói đến việc sưởi ấm và đun nước trong phần tiếp theo.

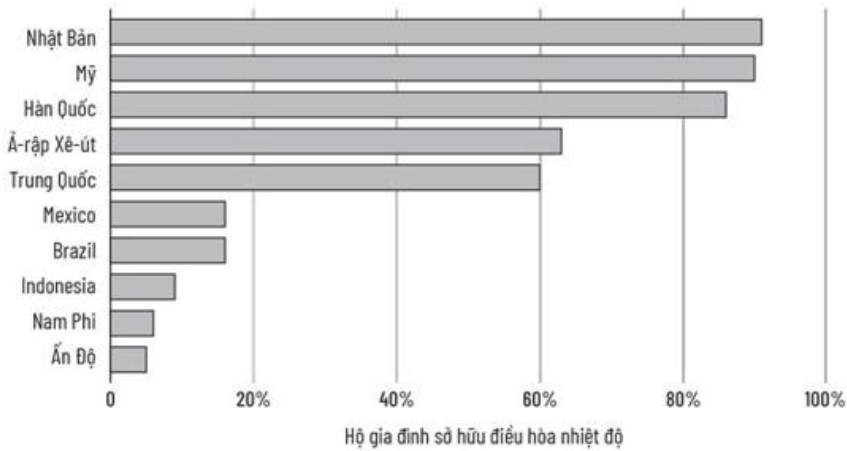
---

[i]. Điện chiếm 99% năng lượng được sử dụng để làm mát không gian trên toàn thế giới. Phần lớn của 1% còn lại là máy làm lạnh chạy bằng khí đốt tự nhiên để điều hòa nhiệt độ. Hệ thống điều hòa nhiệt độ sử dụng khí đốt tự nhiên thường được sử dụng cho những hộ gia đình đơn lẻ, nhưng tỉ lệ của nó trên thị

trường nhỏ đến mức Cơ quan Quản lý Thông tin Năng lượng thậm chí không thu thập dữ liệu về nó.

Người dân Mỹ không phải là nhóm duy nhất thích, và cần, không khí mát mẻ. Trên toàn thế giới, có 1,6 tỉ máy điều hòa đang được sử dụng, nhưng chúng không phân bố đồng đều.[4] Ở các nước phát triển như Mỹ, hơn 90% hộ gia đình sở hữu điều hòa nhiệt độ. Trong khi đó, ở các nước nóng nhất trên thế giới, chỉ dưới 10% hộ gia đình có thiết bị này.

Điều này có nghĩa là chúng ta sẽ bổ sung thêm nhiều máy điều hòa hơn nữa khi dân số tăng lên và trở nên giàu hơn, và khi các đợt nắng nóng trở nên khắc nghiệt và thường xuyên hơn. Trung Quốc đã có thêm 350 triệu chiếc điều hòa từ năm 2007 đến năm 2017, quốc gia này hiện là thị trường máy điều hòa lớn nhất thế giới. Tính trên toàn cầu, doanh số bán hàng của lĩnh vực này đã tăng 15% chỉ tính riêng trong năm 2018, với phần lớn sự tăng trưởng đến từ bốn quốc gia nơi nhiệt độ trở nên đặc biệt cao: Brazil, Ấn Độ, Indonesia và Mexico.[5] Đến năm 2050, sẽ có hơn năm tỉ máy điều hòa hoạt động trên khắp thế giới.



Lượng máy điều hòa đang gia tăng. Lượng máy điều hòa đang gia tăng. Tại một số quốc gia, hầu hết các hộ gia đình đều có máy điều hòa, nhưng ở các quốc gia khác, điều này ít phổ biến hơn. Trong những thập niên tới, các quốc gia ở cuối biểu đồ này sẽ ngày càng trở nên nóng hơn và phát triển hơn, điều này có nghĩa là họ sẽ mua nh này có nghĩa là họ sẽ mua nhiều máy điều hòa hơn. (Cơ quan Năng lượng Quốc tế)[6]

Nhưng điều trớ trêu ở đây là việc chúng ta cố gắng thực hiện để tồn tại trong một khí hậu nóng bức hơn – cụ thể là sử dụng máy

điều hòa – lại có thể làm trầm trọng thêm tình trạng biến đổi khí hậu. Vì máy điều hòa không khí hoạt động bằng điện, nên khi lắp đặt thêm, chúng ta sẽ cần nhiều điện hơn để vận hành chúng. Trên thực tế, Cơ quan Năng lượng Quốc tế dự báo rằng nhu cầu điện trên toàn thế giới cho việc làm mát sẽ tăng gấp ba lần vào năm 2050. Tới lúc đó, chỉ riêng việc sử dụng máy điều hòa sẽ ngốn lượng điện ngang bằng với mức tiêu thụ hiện nay của Trung Quốc và Ấn Độ.

Điều này sẽ có lợi cho những người phải chịu đựng những đợt nắng nóng khó chịu, nhưng lại gây hại cho khí hậu, vì ở hầu hết các nước trên thế giới, việc sản xuất điện vẫn là một quá trình phát thải nhiều carbon. Đó là lý do tại sao toàn bộ lượng điện sử dụng trong các tòa nhà (cho điều hòa, cũng như đèn và máy tính…) là nguyên nhân gây ra 14% tổng lượng khí nhà kính.

Vì điều hòa không khí phụ thuộc nhiều vào điện, nên việc tính toán Chi phí Xanh của việc làm mát rất dễ dàng. Để loại bỏ carbon khỏi việc sử dụng máy điều hòa, chúng ta cần loại bỏ carbon trong lưới điện. Đây là một lý do khác cho thấy chúng ta cần có những đột phá trong việc sản xuất và lưu trữ điện, như những gì tôi đã mô tả trong Chương 4. Nếu không, lượng khí thải sẽ tiếp tục tăng lên và chúng ta sẽ bị mắc kẹt trong một vòng luẩn quẩn: Chúng ta giữ cho nhà cửa và văn phòng mát mẻ hơn, nhưng đồng thời khiến khí hậu ngày càng trở nên nóng lên.

May mắn thay, chúng ta không phải chờ đợi những đột phá đó. Chúng ta có thể thực hiện ngay một số hành động để làm giảm lượng điện tiêu thụ cho máy điều hòa, nhờ đó làm giảm lượng khí thải từ việc làm mát. Trong đa phần các trường hợp, vấn đề chỉ đơn giản là chúng ta chưa mua đúng loại máy điều hòa tiết kiệm năng lượng nhất trên thị trường. Theo Cơ quan Năng lượng Quốc tế, loại máy điều hòa thông thường chỉ có hiệu quả bằng một nửa so với những sản phẩm được bán rộng rãi và chỉ bằng một phần ba so với những mẫu tốt nhất.

Nguyên nhân chủ yếu là do người tiêu dùng không tiếp cận được tất cả thông tin họ cần khi chọn mua máy điều hòa. Ví dụ, một thiết bị kém hiệu quả hơn có thể có giá bán lẻ rẻ hơn, nhưng việc sở hữu lâu dài sẽ lãng phí hơn vì nó sử dụng nhiều điện hơn. Tuy nhiên, khi nhãn dán trên máy điều hòa không ghi rõ thông tin, bạn sẽ không có cách nào để biết được những điều trên khi đi mua sắm. (Việc dán nhãn sản phẩm như vậy là yêu cầu bắt buộc ở nước Mỹ, nhưng không phải trên toàn cầu.)[7] Thêm vào đó, nhiều quốc gia không đặt ra các tiêu chuẩn tối thiểu về hiệu suất của máy

điều hòa. Cơ quan Năng lượng Quốc tế nhận thấy rằng, chỉ cần tạo ra các chính sách để khắc phục những vấn đề này, thế giới có thể tăng gấp đôi hiệu suất trung bình của máy điều hòa và giảm thiểu 45% sự gia tăng nhu cầu về năng lượng để làm mát vào giữa thế kỷ này.

Nhưng nhu cầu về điện của máy điều hòa không phải là vấn đề duy nhất. Chất làm lạnh của máy điều hòa, gọi là khí nhà kính flo hóa do có chứa fluorine, sẽ rò rỉ từng chút một theo thời gian khi thiết bị này cũ đi và hỏng hóc. Hẳn bạn không lạ gì với loại khí này khi phải thay chất làm mát trong điều hòa xe hơi. Khí nhà kính flo hóa là một trong những tác nhân lớn gây ra biến đổi khí hậu: Trong vòng một thế kỷ, nó làm tăng nhiệt độ gấp hàng nghìn lần so với carbon dioxit. Nếu bạn không biết đến nó, nguyên nhân là do chúng không chiếm phần lớn trong tỉ lệ khí nhà kính; ở nước Mỹ, chúng chỉ chiếm 3% lượng khí thải.

Nhưng khí nhà kính flo hóa không phải là không được chú ý. Vào năm 2016, đại diện từ 197 quốc gia đã cam kết giảm hơn 80% việc sản xuất và sử dụng một số loại khí nhà kính flo hóa vào năm 2045 – một cam kết khả thi vì nhiều công ty đang phát triển các hướng tiếp cận mới đối với điều hòa nhiệt độ, trong đó khí nhà kính flo hóa được thay thế bằng các chất làm mát khác gây ít tác hại hơn. Những ý tưởng này vẫn đang ở giai đoạn phát triển ban đầu, còn quá sớm để biết chúng sẽ tốn kém ra sao, nhưng chúng là những ví dụ tốt cho những đổi mới mà chúng ta cần để có thể làm mát mà không làm cho thế giới nóng thêm.

—

Trong một cuốn sách về sự nóng lên toàn cầu, có thể bạn sẽ cảm thấy hơi kỳ lạ khi tôi muốn nói đến việc giữ ấm. Tại sao lại phải bật máy điều hòa nhiệt độ khi ngoài trời đã nóng sẵn rồi? Khi chúng ta nói đến làm nóng, chúng ta không chỉ nói về việc làm cho không khí trở nên ấm hơn; chúng ta cũng nói đến việc đun nóng nước cho nhiều mục đích khác nữa, từ tắm rửa và rửa bát, cho đến các hoạt động công nghiệp. Nhưng điều quan trọng hơn là mùa đông sẽ không đột nhiên biến mất. Ngay cả khi nhiệt độ toàn cầu tăng lên, nhiều nơi trên thế giới vẫn sẽ trở nên lạnh cóng và có tuyết rơi. Mùa đông cũng đặc biệt gây khó khăn cho bất cứ ai phụ thuộc vào năng lượng tái tạo. Ví dụ, tại nước Đức, sản lượng điện Mặt Trời vào mùa đông có thể sụt giảm đến chín lần, và có những thời điểm nhất định trời không có chút gió nào. Dẫu vậy, bạn vẫn cần điện; nếu không, mọi người sẽ chết cóng trong chính

ngôi nhà của họ.

Lò sưởi và bình nóng lạnh chiếm một phần ba tổng lượng khí thải phát sinh từ các tòa nhà trên toàn cầu. Và không giống như đèn điện hay máy điều hòa, hầu hết lò sưởi và bình nóng lạnh tại nước Mỹ sử dụng nhiên liệu hóa thạch, chứ không phải điện. (Việc các thiết bị này sử dụng khí đốt tự nhiên, dầu hay propane lại phần lớn tùy thuộc vào nơi bạn sống.) Điều này có nghĩa là chúng ta không thể loại trừ carbon khỏi việc đun nước và sưởi ấm chỉ bằng cách sử dụng điện sạch. Chúng ta cần phải sử dụng nhiên liệu khác thay cho dầu và khí.

Lộ trình để loại bỏ carbon trong việc sưởi ấm thực ra rất giống với lộ trình cho ô tô con: (1) điện khí hóa những gì chúng ta có thể, loại bỏ những dạng lò sưởi và bình nóng lạnh sử dụng khí đốt tự nhiên, và (2) phát triển nhiên liệu sạch để làm những việc không thể sử dụng điện.

Tin tốt là bước đầu tiên có thể được thực hiện được với mức Chi phí Xanh âm. Không giống như xe điện thường đắt hơn so với xe chạy bằng xăng, các hệ thống điều hòa nhiệt độ hoàn toàn sử dụng điện sẽ giúp bạn tiết kiệm tiền. Điều này không thay đổi cho dù bạn đang xây dựng một công trình mới hay sửa sang lại một ngôi nhà cũ. Ở hầu hết mọi nơi, chi phí tổng thể sẽ giảm xuống khi bạn thay thế điều hòa và lò sưởi bằng máy bơm nhiệt.

Bạn có thể cảm thấy kỳ lạ nếu lần đầu được biết đến máy bơm nhiệt. Bạn có thể tưởng tượng ra việc bơm không khí hay nước, nhưng bơm nhiệt thì sao?

Máy bơm nhiệt tận dụng việc chất khí và chất lỏng thay đổi nhiệt độ khi giãn ra và co lại. Thiết bị này hoạt động bằng cách đưa chất làm mát qua các đường ống được thiết kế lặp lại và khép kín; nó sử dụng máy nén và các van đặc biệt để thay đổi áp suất đường ống, khiến chất làm mát hấp thụ nhiệt ở một điểm và giải phóng nhiệt tại điểm khác. Vào mùa đông, bạn có thể đưa nhiệt từ ngoài trời vào nhà (tuy nhiên, điều này bất khả thi ở những nơi có khí hậu quá lạnh); vào mùa hè, bạn làm điều ngược lại, bơm nhiệt từ trong nhà ra ngoài.

Thiết bị này không quá phức tạp như bạn tưởng. Trong nhà bạn đang có sẵn một thiết bị bơm nhiệt đang vận hành. Đó chính là tủ lạnh. Luồng không khí ấm mà bạn cảm nhận thấy từ phía dưới tủ lạnh chính là thứ mang nhiệt khỏi thực phẩm và giữ cho chúng tươi mát.

Máy bơm nhiệt có thể giúp bạn tiết kiệm bao nhiêu tiền? Việc này thay đổi tùy vào thành phố, mức độ khắc nghiệt của mùa đông, chi phí của điện và khí đốt… Dưới đây là một số ví dụ về số chi phí tiết kiệm được khi xây dựng công trình mới tại các thành phố khác nhau trên nước Mỹ, các số liệu này đã bao gồm cả chi phí lắp đặt máy bơm nhiệt và vận hành nó trong 15 năm:

Mức Chi phí Xanh cho việc để lắp đặt máy bơm nhiệt không khí tại một số thành phố[8]

Thành phố	Điều hòa chạy điện hoặc khí đốt	Máy bơm nhiệt	Chi phí Xanh
Providence, Rhode Island	12.667 đô-la	9.912 đô-la	**-22%**
Chicago, Illinois	12.583 đô-la	10.527 đô-la	**-16%**
Houston, Texas	11.075 đô-la	8.074 đô-la	**-27%**
Oakland, California	10.660 đô-la	8.240 đô-la	**-23%**

Bạn sẽ không tiết kiệm được quá nhiều khi sửa sang lại một ngôi nhà cũ, nhưng việc chuyển sang sử dụng máy bơm nhiệt vẫn có thể được coi là tiết kiệm hơn ở hầu hết các thành phố. Ví dụ như Houston, việc này sẽ giúp bạn tiết kiệm 17%. Nhưng tại Chicago, chi phí sẽ tăng 6%, bởi vì khí đốt tự nhiên ở đó vô cùng rẻ. Đối với một số ngôi nhà đã quá cũ, việc tìm không gian để lắp đặt thiết bị mới là không thực tế, nên có lẽ nâng cấp hệ thống là bất khả thi.

Tuy nhiên những mức Chi phí Xanh âm lại đem đến một câu hỏi hiển nhiên: Nếu máy bơm nhiệt tuyệt vời như vậy, tại sao chỉ có 11% hộ gia đình ở Mỹ sử dụng nó?[9]

Một phần là do chúng ta chỉ thay thế lò sưởi sau khi đã sử dụng được từ mười năm trở lên; thêm vào đó, hầu hết mọi người không có đủ tiền để thay thế lò sưởi vẫn hoạt động bằng máy bơm nhiệt.

Nhưng chúng ta cũng có một lời giải thích khác: sự lạc hậu của chính sách. Kể từ cuộc khủng hoảng năng lượng vào những năm 1970, nước Mỹ đã cố gắng cắt giảm việc sử dụng năng lượng. Do đó, chính quyền các bang đã tạo ra nhiều động lực để ưu tiên các lò sưởi và bình nóng lạnh sử dụng khí đốt tự nhiên, thay vì sử dụng hệ thống điện còn kém hiệu quả. Một vài bang còn sửa đổi tiêu chuẩn xây dựng để cản trở việc thay thế các thiết bị sử dụng khí đốt bằng các thiết bị sử dụng điện. Đến nay, nhiều chính sách đặt hiệu suất lên trên lượng phát thải vẫn còn tồn tại và làm ảnh hưởng đến quá trình hạn chế lượng phát thải, chúng ngăn bạn thay thế lò sưởi dùng khí đốt bằng máy bơm nhiệt chạy điện, kể cả

khi việc này sẽ giúp bạn tiết kiệm tiền.

Điều này gây ra sự khó chịu. Nhưng nếu như bạn nhìn nhận từ một góc độ khác, thì đây lại là tin tốt. Điều này có nghĩa là chúng ta không cần đột phá công nghệ nào để giảm lượng khí thải trong lĩnh vực này, ngoài việc loại bỏ carbon khỏi lưới điện. Điện đã có sẵn, phổ biến rộng rãi và rẻ hơn. Điều cần làm chỉ là khiến chính sách bắt kịp thực tế.

Dù về mặt kỹ thuật, chúng ta có thể hoàn toàn giảm thiểu lượng khí thải từ việc sưởi ấm xuống con số 0 bằng cách sử dụng điện, nhưng điều này sẽ không diễn ra một cách nhanh chóng. Ngay cả khi chúng ta sửa đổi các chính sách lạc hậu, sẽ là phi thực tế nếu chúng ta cho rằng mình có thể ngay lập tức thay thế tất cả các lò sưởi và bình nóng lạnh sử dụng khí đốt bằng các thiết bị điện, việc này cũng giống như khi chúng ta không thể đột nhiên sử dụng xe điện một cách rộng khắp. Lò sưởi hiện nay rất bền, nếu đặt mục tiêu là loại bỏ tất cả các lò sưởi sử dụng khí đốt vào giữa thế kỷ này, chúng ta phải ngừng bán lò sưởi vào năm 2035. Ngày nay, khoảng một nửa số lò sưởi trên thị trường Mỹ đều chạy bằng khí đốt; trên toàn thế giới, nhiên liệu hóa thạch được sử dụng gấp sáu lần so với điện trong việc cung cấp năng lượng để sưởi ấm.

Đối với tôi, đây là một lý do khác để trả lời cho câu hỏi tại sao chúng ta cần nhiên liệu sinh học tiên tiến và nhiên liệu điện, như những gì tôi đã đề cập đến trong Chương 7. Chúng cần được sử dụng cho lò sưởi và bình nóng lạnh mà không yêu cầu việc sửa đổi các thiết bị này, đồng thời không làm phát thải thêm carbon vào khí quyển. Nhưng hiện nay, những lựa chọn này có mức Chi phí Xanh khá cao.

Mức Chi phí Xanh cho việc thay thế các nhiên liệu sưởi ấm hiện tại bằng các nhiên liệu thay thế không carbon[10]

Loại nhiên liệu	Giá bán lẻ	Nhiên liệu không carbon	Chi phí Xanh
Dầu (lít)	0,72 đô-la	1,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	**101%**
Dầu (lít)	0,72 đô-la	2,39 đô-la (nhiên liệu điện)	**239%**
Khí tự nhiên (therm)	1,01 đô-la	2,45 đô-la (nhiên liệu sinh học tiên tiến)	**142%**
Khí tự nhiên (therm)	1,01 đô-la	5,30 đô-la (nhiên liệu điện)	**425%**

LƯU Ý: Giá bán lẻ trong bảng này là giá trung bình tại nước Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Giá của các lựa chọn không carbon được ước tính theo thời điểm hiện tại.

Hãy xem những chi phí tăng thêm này sẽ tác động như thế nào đến một hộ gia đình tại nước Mỹ. Nếu hiện nay họ đang sưởi ấm nhà bằng dầu, vậy họ sẽ phải trả thêm 1.300 đô-la để chuyển sang nhiên liệu sinh học tiên tiến và hơn 3.200 đô-la nếu sử dụng nhiên liệu điện. Nếu ban đầu họ dùng khí đốt tự nhiên, vậy thì việc chuyển sang sử dụng nhiên liệu sinh học tiên tiến sẽ khiến hóa đơn điện vào mỗi mùa đông tăng thêm 840 đô-la, còn với nhiên liệu điện thì mức này là gần 2.600 đô-la.[11]

Rõ ràng là chúng ta cần làm giảm giá của các loại nhiên liệu thay thế, và vấn đề này đã được tôi bàn luận trong Chương 7.

Bên cạnh đó, chúng ta có những cách khác để loại bỏ carbon khỏi hệ thống sưởi ấm của mình:

Điện khí hóa tối đa, thay thế các lò sưởi và bình nóng lạnh sử dụng khí bằng máy bơm nhiệt chạy điện. Tại một số khu vực, chính phủ sẽ phải cập nhật chính sách để cho phép và khuyến khích việc này.

Loại bỏ carbon khỏi lưới điện bằng cách triển khai các nguồn năng lượng sạch ở những địa điểm hợp lý, đồng thời đầu tư vào các bước đột phá trong lĩnh vực sản xuất, lưu trữ và truyền tải điện năng.

Sử dụng năng lượng hiệu quả hơn. Điều này có vẻ hơi mâu thuẫn, bởi vì chỉ một vài trang trước, tôi vừa phàn nàn về các chính sách ưu tiên hiệu suất cao nhưng lại không giảm lượng khí thải. Nhưng sự thật là chúng ta cần cả hai.

Thế giới đang trải qua một sự phát triển rất lớn trong ngành xây dựng. Để cung cấp nơi ở cho dân số ngày càng tăng tại đô thị, chúng ta sẽ phải xây dựng thêm hơn 230 nghìn kilômét vuông công trình vào năm 2060; tôi đã đề cập đến điều này trong Chương 2, nó tương đương với việc xây dựng thêm một thành phố New York mỗi tháng trong 40 năm tới. Và chắc chắn là rất nhiều công trình trong số này không được thiết kế để sử dụng điện tiết kiệm và hiệu quả.

Tin tốt là có những cách để xây dựng những công trình thân thiện với môi trường, miễn là chúng ta sẵn sàng đáp ứng Chi phí Xanh. Một ví dụ là tòa nhà Bullitt Center tại Seattle, nơi được coi là một

trong những tòa nhà thương mại thân thiện với môi trường nhất trên thế giới.[12] Bullitt Center được thiết kế để có khả năng giữ ấm vào mùa đông và làm mát vào mùa hè một cách tự nhiên, nhờ vậy làm giảm thiểu nhu cầu sử dụng hệ thống sưởi và máy điều hòa nhiệt độ. Công trình này cũng có các công nghệ tiết kiệm năng lượng khác, chẳng hạn như thang máy siêu hiệu quả. Vào những thời điểm nhất định, tòa nhà có thể tự tạo ra hơn 60% năng lượng mà nó tiêu thụ nhờ vào các tấm quang điện, mặc dù công trình này vẫn được kết nối vào lưới điện của thành phố để lấy điện vào ban đêm và những ngày nhiều mây. Và tại Seattle, chúng ta thường xuyên có trời nhiều mây.

Bullitt Center ở Seattle là một trong những công trình thương mại thân thiện với môi trường nhất trên thế giới.[13]

Mặc dù nhiều công nghệ của Bullitt Center hiện nay vẫn còn quá đắt để được sử dụng rộng rãi (đó là lý do tại sao nó vẫn là một trong những tòa nhà thân thiện với môi trường nhất trên thế giới sau bảy năm khai trương), nhưng chúng ta vẫn có thể khiến nhà ở và văn phòng trở nên hiệu quả hơn với mức chi phí thấp. Chúng có thể được thiết kế theo hướng không để quá nhiều không khí lọt vào trong hoặc rò rỉ ra ngoài, kết hợp với cách nhiệt tốt, cửa sổ kính ba lớp, và cửa ra vào cách nhiệt. Tôi cũng rất có hứng thú với loại cửa sổ sử dụng kính thông minh, với khả năng tự động tối màu khi cần giảm nhiệt trong phòng và sáng màu khi cần tăng nhiệt. Các quy định xây dựng mới cần được đưa ra để thúc đẩy các ý tưởng tiết kiệm năng lượng này, điều này sẽ làm mở rộng thị trường và giảm chi phí. Chúng ta có thể xây dựng nhiều công trình sử dụng năng lượng hiệu quả hơn, ngay cả khi chúng không

thể tốt bằng Bullitt Center.

—

Vậy là chúng ta đã đề cập đến năm nguồn phát thải khí nhà kính chính: sử dụng điện, sản xuất, nuôi trồng, di chuyển, làm mát và giữ ấm. Tôi hi vọng bạn đã hiểu rõ ba điều sau:

1. Vấn đề chúng ta gặp phải là vô cùng phức tạp, nó liên quan đến hầu hết tất cả mọi hoạt động của con người.

2. Chúng ta đang nắm trong tay một số công cụ, và chúng ta nên triển khai chúng ngay bây giờ để làm giảm lượng khí thải.

3. Nhưng chúng ta chưa có tất cả các công cụ cần thiết. Chúng ta phải giảm mức Chi phí Xanh trong mọi lĩnh vực, điều đó có nghĩa là chúng ta còn phải phát minh ra nhiều thứ hơn nữa.

Từ Chương 10 đến Chương 12, tôi sẽ đề xuất các bước cụ thể mà tôi cho rằng sẽ đem đến cơ hội tốt nhất để phát triển và triển khai những công cụ chúng ta cần. Nhưng trước hết, tôi muốn tìm câu trả lời cho một câu hỏi luôn khiến tôi trằn trọc. Cuốn sách của tôi mới chỉ nói đến những cách để giảm lượng khí thải và giữ cho nhiệt độ không tăng cao quá mức. Nhưng nó chưa trả lời được câu hỏi: Chúng ta có thể làm gì với tình hình biến đổi khí hậu hiện nay? Và cụ thể nhất là chúng ta có thể làm gì để giúp những người nghèo nhất trên thế giới, những người sẽ bị ảnh hưởng nhiều nhất nhưng ít gây ra vấn đề nhất?

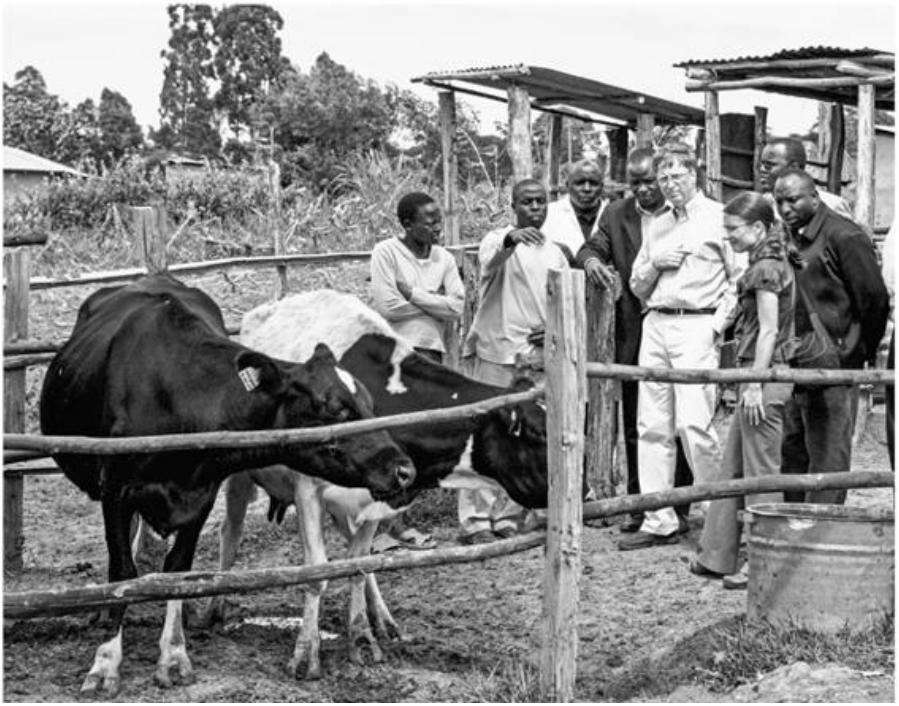
Chương 9

Thích nghi với một thế giới đang ấm lên

Tôi đã liên tục khẳng định rằng chúng ta cần phải đạt được con số 0 và rất nhiều đổi mới sẽ cần được tiến hành để biến điều này thành hiện thực. Nhưng sự đổi mới không thể đến trong một sớm một chiều, và sẽ nhiều thập niên nữa thì các sản phẩm xanh mà tôi đã đề cập đến mới có thể đạt được quy mô đủ lớn để tạo ra sự khác biệt đáng kể.

Trong khi đó, người dân trên toàn thế giới bất kể mức thu nhập đều đang chịu tác động của hiện tượng biến đổi khí hậu, dù theo cách này hay cách khác. Gần như tất cả chúng ta đều sẽ phải thích nghi với một thế giới đang ấm lên. Khi mực nước biển và các bãi bồi thay đổi, chúng ta sẽ phải xem xét lại nơi xây dựng nhà cửa và các cơ sở kinh doanh. Chúng ta sẽ phải củng cố lưới điện, cảng biển và các cây cầu. Chúng ta sẽ phải trồng thêm rừng ngập mặn (hãy khoan gấp sách nếu bạn chưa biết rừng ngập mặn là gì) và cải thiện hệ thống cảnh báo bão sớm.

Tôi sẽ quay lại với những dự án này ở phần sau của chương. Trước hết, tôi muốn kể cho các bạn nghe về những người đầu tiên xuất hiện trong tâm trí tôi, khi tôi nghĩ đến những nạn nhân chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ thiên tai, cũng như cần nhiều sự giúp đỡ nhất để thích nghi với biến đổi khí hậu. Họ chẳng liên quan quá nhiều đến lưới điện, cảng biển hay các cây cầu. Họ là những người có thu nhập thấp mà tôi đã gặp khi làm việc về sức khỏe và sự phát triển toàn cầu, và đối với họ, biến đổi khí hậu có thể gây ra những hậu quả tồi tệ nhất. Câu chuyện của họ thể hiện sự phức tạp của việc đồng thời chống lại đói nghèo và biến đổi khí hậu.



Vào năm 2009, tôi đã đến thăm Miriam và Laban Talam tại trang trại của họ ở Kabiyet, Kenya. Họ đã có một sự thành công đáng kinh ngạc, nhưng biến đổi khí hậu có thể hủy hoại tất cả những tiến bộ mà họ đã đạt được.[1]

Ví dụ, vào năm 2009, tôi đã gặp gia đình Talam – Laban, Miriam và ba đứa con của họ – khi ở Kenya để tìm hiểu về cuộc sống của những người nông dân sở hữu diện tích đất chỉ nhỉnh hơn 1,5 hecta (hay, theo cách nói của ngành phát triển, là những nông hộ nhỏ). Tôi đã đến thăm trang trại của họ ở gần Eldoret, một trong những thành phố phát triển nhanh nhất tại Kenya. Gia đình Talam không sở hữu nhiều tài sản, chỉ một vài túp lều khiêm tốn với một chuồng nuôi động vật, và trang trại của họ rộng chưa đầy 1 hecta, nhỏ hơn diện tích sân bóng chày. Nhưng những gì đang diễn ra trên mảnh đất nhỏ này đã thu hút sự chú ý của hàng trăm người nông dân từ những nơi cách xa hàng kilômét đến để tìm hiểu xem gia đình Talam đang làm gì và họ đã làm như thế nào.

Laban và Miriam chào đón tôi ở cổng và bắt đầu kể cho tôi câu chuyện của họ. Hai năm trước, họ là một nông hộ nhỏ tự cung tự cấp. Giống như hầu hết những người hàng xóm, Laban và Miriam rất nghèo. Họ trồng ngô và các loại rau khác, một phần để ăn, phần còn lại đem bán ở chợ. Laban làm thêm những công việc lặt vặt để kiếm sống. Anh đã mua một con bò và hai vợ chồng sẽ vắt

sữa hai lần một ngày nhằm kiếm thêm thu nhập: Họ sẽ bán sữa vào buổi sáng cho một thương nhân địa phương để kiếm một khoản tiền nhỏ, và giữ lại sữa vào buổi tối cho gia đình. Tổng cộng, con bò sẽ cho 3 lít sữa mỗi ngày để vừa bán và sử dụng cho một gia đình năm người.

Vào thời điểm tôi đến thăm họ, cuộc sống của gia đình Talam đã được cải thiện đáng kể. Họ đã có tới bốn con bò cho ra 26 lít sữa mỗi ngày. Họ bán 20 lít và giữ lại 6 lít để sử dụng. Đàn bò giúp họ kiếm được gần 4 đô-la mỗi ngày, số tiền đó ở Kenya là vừa đủ để họ có thể xây dựng lại nhà cửa, trồng dứa xuất khẩu và cho con cái đi học.

Họ kể rằng, sự chuyển mình này xuất hiện khi một nhà máy làm lạnh sữa xuất hiện. Gia đình Talam và các hộ nông dân khác sẽ đưa sữa tươi đến nhà máy, nơi nó sẽ được làm lạnh, sau đó vận chuyển trên toàn quốc, và bán được với giá cao hơn so với ở địa phương. Nhà máy cũng đóng vai trò như một trung tâm đào tạo. Những người nông dân chăn nuôi bò sữa ở địa phương có thể đến nhà máy để học cách chăn nuôi gia súc khỏe mạnh và hiệu quả hơn, đồng thời học cách tiêm vắc-xin cho chúng. Họ còn có thể kiểm tra xem liệu sữa có bị nhiễm khuẩn không để đảm bảo sản phẩm có thể được bán với giá tốt. Nếu sữa không đạt tiêu chuẩn, họ sẽ nhận được các lời khuyên để cải thiện chất lượng.

Tại Kenya, nơi gia đình Talam sinh sống, khoảng một phần ba dân số là những người nông dân. Trên thế giới, có khoảng 500 triệu nông trại nhỏ, và khoảng hai phần ba người nghèo là những người làm nông.[2] Mặc dù chiếm số đông, nhưng họ chỉ tạo ra rất ít khí nhà kính bởi vì không thể tiếp cận với các sản phẩm và dịch vụ liên quan đến nhiên liệu hóa thạch. Một người Kenya thải ra lượng carbon dioxit thấp hơn 55 lần so với một người Mỹ, và những người nông dân ở vùng nông thôn như gia đình Talam lại còn tạo ra ít hơn nữa.[3]

Nhưng nếu còn nhớ những vấn đề với gia súc mà tôi đã đề cập trong Chương 6, bạn sẽ ngay lập tức nhận ra một vấn đề tiến thoái lưỡng nan: Gia đình Talam mua nhiều bò hơn, và những con vật như bò lại gây ra biến đổi khí hậu nhiều hơn bất kỳ loại vật nuôi nào khác.

Về khía cạnh này, gia đình Talam không phải là một ngoại lệ. Đối với nhiều hộ nông dân nghèo, thu nhập cao hơn là cơ hội để họ đầu tư vào những tài sản có giá trị lớn hơn, bao gồm cả gà, dê, và bò – những vật nuôi cung cấp protein chất lượng và có thể giúp

làm tăng thu nhập qua các sản phẩm như sữa và trứng. Đó là một quyết định hợp lý và bất kỳ ai quan tâm đến việc giảm nghèo cũng sẽ khuyên họ làm vậy. Vấn đề phức tạp ở đây là: Khi con người có thu nhập cao hơn, họ sẽ làm nhiều việc tạo ra khí thải hơn. Đây là lý do tại sao chúng ta cần có sự đổi mới để người nghèo có thể cải thiện cuộc sống, nhưng cũng không làm trầm trọng thêm tình hình biến đổi khí hậu.

Sự bất công ở đây là những người nghèo về cơ bản không làm phát thải khí nhà kính, nhưng họ lại gánh chịu hậu quả nặng nề nhất. Với những người nông dân tương đối khá giả ở Mỹ và châu Âu, khí hậu đang thay đổi theo hướng không có lợi; nhưng với những người nông dân nghèo ở châu Phi và châu Á, đây có thể sẽ là vấn đề sống còn.

Khi khí hậu trở nên ấm hơn, hạn hán và lũ lụt sẽ xảy ra thường xuyên hơn, khiến mùa màng bất ổn. Gia súc ăn ít đi, cho ít thịt và sữa hơn. Không khí và đất bị mất độ ẩm, làm giảm đi nguồn nước sẵn có cho cây; ở khu vực Nam Á và châu Phi hạ Sahara, hàng triệu hecta đất nông nghiệp sẽ khô hơn rất nhiều. Sâu bọ gây hại hiện phổ biến hơn vì môi trường phát triển thuận lợi với chúng đã xuất hiện. Mùa vụ trồng trọt cũng sẽ ngắn hơn; với mức tăng nhiệt 4°C, mùa vụ ở phần lớn khu vực châu Phi hạ Sahara có thể ngắn đi 20% hoặc hơn.

Khi cuộc sống vốn khó khăn, bất kỳ thay đổi nào như trên cũng có thể trở thành thảm họa. Nếu bạn không có tiền tiết kiệm và cây trồng bị chết khô, bạn không thể đi mua thêm hạt giống; bạn sẽ mất hết tất cả. Không chỉ vậy, tất cả các vấn đề này sẽ khiến cho thực phẩm trở nên đắt hơn rất nhiều đối với những người thiếu khả năng chi trả nhất. Do biến đổi khí hậu, giá cả sẽ tăng vọt đối với hàng trăm triệu người vốn đã chi hơn một nửa thu nhập cho thực phẩm.

Khi lương thực trở nên khan hiếm, khoảng cách giàu nghèo vốn đã lớn sẽ càng trở nên tồi tệ hơn. Ở thời điểm hiện tại, một đứa trẻ sinh ra tại Chad có nguy cơ tử vong trước 5 tuổi cao gấp 50 lần so với một đứa trẻ được sinh ra tại Phần Lan. Với sự khan hiếm thực phẩm ngày càng gia tăng, sẽ có thêm nhiều trẻ em sẽ không được nhận các dưỡng chất cần thiết, làm suy yếu khả năng miễn dịch của cơ thể và khiến những bệnh dịch như tiêu chảy, sốt rét, hoặc viêm phổi trở nên nguy hiểm hơn với tính mạng. Một nghiên cứu đã chỉ ra rằng con số tử vong liên quan đến nắng nóng có thể lên tới mười triệu ca mỗi năm vào cuối thế kỷ này (gần bằng số người thiệt mạng do tất cả các loại bệnh truyền nhiễm hiện nay), với

phần lớn các ca tử vong xảy ra ở những quốc gia nghèo. Những đứa trẻ không thiệt mạng sẽ có nhiều khả năng bị chậm phát triển về mặt thể chất hoặc tinh thần.

Cuối cùng, tác động tồi tệ nhất của biến đổi khí hậu ở các nước nghèo là làm suy yếu sức khỏe – từ đó làm tăng tỉ lệ suy dinh dưỡng và tử vong. Vì vậy, chúng ta cần giúp những người nghèo nhất cải thiện sức khỏe của họ. Tôi cho rằng có hai cách để làm được điều này.

Thứ nhất, chúng ta cần nâng cao tỉ lệ sống sót của trẻ em bị suy dinh dưỡng, nghĩa là cần phải là cải thiện hệ thống chăm sóc sức khỏe, tăng gấp đôi nỗ lực phòng chống sốt rét và tiếp tục cung cấp vắc-xin cho các bệnh như tiêu chảy và viêm phổi. Mặc dù COVID-19 chắc chắn sẽ làm cho tất cả những điều này trở nên khó khăn hơn, nhưng chúng ta sẽ có cách đối phó với với những vấn đề này; chương trình vắc-xin GAVI, vốn được coi là một trong những thành tựu vĩ đại nhất của nhân loại, đã giúp ngăn ngừa 13 triệu ca tử vong tính từ năm 2000 đến nay.[4] (Sự đóng góp của Quỹ Gates cho công cuộc toàn cầu này là một trong những thành tựu đáng tự hào nhất của chúng tôi.) Chúng ta không thể để biến đổi khí hậu phá hủy tiến trình này. Trên thực tế, chúng ta cần đẩy nhanh công cuộc, phát triển vắc-xin cho các bệnh khác, bao gồm HIV, sốt rét và lao, đồng thời phân phối nó cho những ai đang cần.

Ngoài việc cứu sống trẻ em bị suy dinh dưỡng, chúng ta cũng cần đảm bảo rằng số lượng trẻ mắc tình trạng này được giảm xuống. Với sự gia tăng dân số, nhu cầu thực phẩm có thể tăng gấp đôi hoặc gấp ba tại nơi sinh sống của phần lớn người nghèo. Vì vậy chúng ta cần giúp những người nông dân nghèo cải thiện mùa vụ của họ, kể cả khi hạn hán hay lũ lụt xảy ra. Tôi sẽ nói thêm về điều này trong phần tiếp theo.

Tôi dành rất nhiều thời gian với những người làm công tác giám sát ngân sách viện trợ nước ngoài tại các nước phát triển. Ngay cả một số người rất có thiện chí cũng đã nói với tôi rằng: “Chúng tôi từng tài trợ cho vắc-xin. Nhưng giờ chúng tôi cần điều chỉnh ngân sách để để phù hợp với vấn đề biến đổi khí hậu.” Điều này đồng nghĩa với việc giúp châu Phi giảm phát thải khí nhà kính.

Tôi nói với họ rằng: “Xin đừng chuyển nguồn kinh phí từ vắc-xin sang đầu tư cho xe điện. Châu Phi chỉ tạo ra khoảng 2% tổng lượng khí thải toàn cầu. Lĩnh vực các bạn nên tài trợ là *thích ứng*. Cách tốt nhất mà chúng ta có thể giúp đỡ người nghèo thích ứng với biến đổi khí hậu là đảm bảo họ có đủ sức khỏe để tồn tại. Và

vươn lên phát triển bất chấp biến đổi."

—

Có lẽ bạn chưa từng nghe đến cái tên CGIAR.[i] Tôi cũng vậy, cho đến khoảng mười năm trước, khi tôi bắt đầu nghiên cứu các vấn đề mà người nông dân ở những nước nghèo phải đối mặt. Từ những gì tôi quan sát được, không có tổ chức nào đóng góp nhiều như CGIAR để đảm bảo rằng các gia đình, đặc biệt là những người nghèo nhất, có thể tiếp cận được với dinh dưỡng. Và không có một tổ chức nào khác có được vị thế tốt hơn để tạo ra những đổi mới, nhằm giúp người nông dân nghèo thích ứng với biến đổi khí hậu trong những năm tới.

---

[i]. Ban đầu, CGIAR có tên đầy đủ là Nhóm Tư vấn về Nghiên cứu Nông nghiệp Quốc tế (Consultative Group for International Agricultural Research). Chắc hẳn bạn cũng hiểu tại sao nó lại chủ yếu được biết đến với cái tên viết tắt.

CGIAR là nhóm nghiên cứu về nông nghiệp lớn nhất trên thế giới: Nói một cách ngắn gọn, họ giúp tạo ra cây trồng và động vật có chất lượng di truyền cao hơn. Chính tại một phòng thí nghiệm của CGIAR ở Mexico, Norman Borlaug – bạn có thể vẫn còn nhớ rằng tôi đã nhắc tới ông ở Chương 6 – đã thực hiện công trình đột phá về lúa mì, dẫn đến sự bắt đầu của cuộc Cách mạng Xanh. Các nhà nghiên cứu khác của CGIAR, với nguồn cảm hứng từ Borlaug, đã phát triển những giống lúa có năng suất và khả năng kháng bệnh cao; trong những năm tiếp theo, công trình của đội ngũ này về gia súc, khoai tây và ngô đã giúp giảm nghèo và cải thiện tình trạng dinh dưỡng.

Thật đáng tiếc khi nhiều người không biết đến CGIAR, nhưng điều đó cũng không có gì ngạc nhiên. Một lý do đó là tên của tổ chức hay bị nhầm lẫn với "cigar" (xì gà), dẫn đến sự hiểu nhầm rằng tổ chức có mối liên hệ với ngành công nghiệp thuốc lá. Và sự việc cũng có phần phức tạp vì CGIAR không phải là một tổ chức đơn lẻ mà là một mạng lưới gồm 15 trung tâm nghiên cứu độc lập, hầu hết đều mang những cái tên viết tắt khó hiểu, bao gồm CIFOR, ICARDA, CIAT, ICRISAT, IFPRI, IITA, ILRI, CIMMYT, CIP, IRRI, IWMI, và ICRAF.

Bất chấp những cái tên loằng ngoằng, CGIAR vẫn là một tổ chức vô cùng quan trọng trong lĩnh vực tạo ra các loại cây trồng và vật nuôi mới phù hợp với khí hậu để dành cho cho những người nông dân nghèo trên thế giới. Một trong những ví dụ tôi thích nhất là

nghiên cứu về giống ngô chịu hạn.

Mặc dù năng suất ngô ở khu vực châu Phi hạ Sahara thấp hơn so với bất kỳ khu vực nào trên thế giới, hơn 200 triệu hộ gia đình tại đây vẫn phụ thuộc vào loại cây trồng này để kiếm sống. Và khi thời tiết ngày càng thất thường, nông dân có nguy cơ thu hoạch được ít ngô hơn và đôi khi là trắng tay.

Vì vậy, các chuyên gia tại CGIAR đã phát triển hàng chục giống ngô mới có thể chịu được điều kiện khô hạn, mỗi loại đều có khả năng thích nghi với các vùng cụ thể của châu Phi. Ban đầu, nhiều nông hộ nhỏ e ngại việc thử các giống cây trồng mới. Đây cũng là điều dễ hiểu. Nếu bạn đang chật vật kiếm sống, bạn sẽ không muốn mạo hiểm với những hạt giống mà bạn chưa từng trồng trước đây, bởi vì nếu chúng chết, bạn sẽ mất hết tất cả. Nhưng khi các chuyên gia làm việc với nông dân địa phương và người buôn hạt giống để giải thích lợi ích của những giống mới, ngày càng nhiều người đã áp dụng chúng.

Kết quả là cuộc sống của nhiều gia đình đã chuyển biến. Ví dụ, so với giống ngô thông thường, những người nông dân Zimbabwe tại các khu vực bị hạn hán có thể thu hoạch nhiều hơn 600 kg ngô khi sử dụng giống chịu hạn. (Lượng tăng thêm đó là đủ để nuôi một gia đình sáu người trong chín tháng.) Đối với các hộ nông dân lựa chọn bán số cây trồng ấy, họ sẽ có tiền để cho con đi học, cũng như đáp ứng các nhu cầu khác của gia đình. Các chuyên gia làm việc với CGIAR đã tiếp tục phát triển các giống ngô khác có khả năng phát triển tốt trên đất nghèo dinh dưỡng; kháng lại bệnh tật, sâu bệnh, hoặc cỏ dại; cho năng suất cao hơn 30%; và có thể giúp chống lại nạn suy dinh dưỡng.

Và không chỉ có ngô. Nhờ vào những nỗ lực của CGIAR, các giống gạo chịu hạn mới đang được nhân rộng nhanh chóng tại Ấn Độ, nơi biến đổi khí hậu đang gây ra nhiều đợt khô hạn hơn trong mùa mưa. Họ cũng đã phát triển một loại gạo mới – có cái tên khá thông minh là gạo "lặn" – với khả năng sống sót kể cả khi bị ngập nước trong hai tuần. Thông thường, cây lúa ứng phó với lũ bằng cách vươn dài lá khỏi mặt nước; khi ở trong nước quá lâu, chúng sẽ tiêu hao hết năng lượng để vươn lên; có thể nói rằng nó sẽ chết vì kiệt sức. Gạo lặn không gặp phải vấn đề này: Nó mang một loại gen có tên là SUB1, gen này sẽ phát huy tác dụng khi có lũ, khiến cho cây lúa tạm thời ngừng hoạt động – nhờ đó, cây sẽ ngừng vươn dài lá – cho đến khi nước rút.

CGIAR không chỉ tập trung vào hạt giống mới. Các nhà khoa học

của họ cũng tạo ra một ứng dụng, cho phép người nông dân sử dụng camera của điện thoại để xác định các loại bệnh và sâu bệnh trên cây sắn, một loại nông sản thương mại rất quan trọng ở châu Phi. Họ cũng triển khai các chương trình sử dụng máy bay không người lái và cảm biến trên mặt đất để giúp người nông dân xác định lượng nước và phân bón cần cho cây trồng.

Những người nông dân nghèo cần thêm những cải tiến như vậy, nhưng để đem lại chúng, CGIAR và các nhà nghiên cứu nông nghiệp sẽ cần nhiều tiền tài trợ hơn. Các nghiên cứu trong lĩnh vực nông nghiệp thường xuyên bị thiếu vốn tài trợ. Trên thực tế, việc tăng gấp đôi nguồn tài trợ cho CGIAR[5] để giúp tổ chức này tiếp cận tới nhiều nông dân hơn chính là một trong những khuyến nghị chính của Ủy ban Thích ứng Toàn cầu – ủy ban mà tôi dẫn dắt cùng với cựu Tổng thư ký Liên Hợp Quốc Ban Ki-moon và cựu Giám đốc điều hành Ngân hàng Thế giới Kristalina Georgieva.[i] Tôi chắc chắn rằng số tiền tài trợ này sẽ được sử dụng hợp lý: Mỗi đô-la đầu tư vào nghiên cứu của CGIAR sẽ tạo ra khoảng 6 đô-la lợi ích. Warren Buffett sẽ không ngần ngại gì với một khoản đầu tư sáu ăn một, đi kèm với khả năng cứu rất nhiều sinh mạng.

---

[i]. Ủy ban được dẫn dắt bởi 34 ủy viên, cụ thể là các nhà lãnh đạo của chính phủ, doanh nghiệp, tổ chức phi lợi nhuận và cộng đồng khoa học, và 19 quốc gia triệu tập, là đại diện cho tất cả các khu vực trên toàn cầu. Ủy ban nhận được sự hỗ trợ của một mạng lưới toàn cầu bao gồm các đối tác nghiên cứu và các cố vấn hỗ trợ cho ủy ban. Tổ chức này được đồng điều hành bởi Trung tâm Thích ứng Toàn cầu và Viện Tài nguyên Thế giới.

Đây là một cánh đồng gạo "lặn". Giống gạo này có khả năng chịu ngập trong hai tuần liên tiếp – một lợi thế sẽ càng trở nên quan trọng khi lũ lụt xảy ra thường xuyên hơn.[6]

Ngoài việc giúp các nông hộ nhỏ nâng cao năng suất cây trồng, Ủy ban Thích ứng Toàn cầu đã đưa ra ba khuyến nghị khác liên quan đến nông nghiệp:

Giúp người nông dân quản lý rủi ro do thời tiết bất thường gây ra. Ví dụ, chính phủ có thể giúp người nông dân đa dạng hóa cây trồng và vật nuôi; như vậy, họ sẽ không hoàn toàn trắng tay khi một sự cố xảy ra. Để giúp nông dân khắc phục được thiệt hại, chính phủ cũng nên tìm cách cải thiện hệ thống an sinh xã hội và chuẩn bị triển khai bảo hiểm nông nghiệp dựa trên thời tiết.

Tập trung vào những đối tượng dễ bị tổn thương nhất. Phụ nữ không phải là nhóm dễ bị tổn thương duy nhất, nhưng họ là nhóm lớn nhất. Vì nhiều lý do khác nhau như văn hóa, chính trị, kinh tế, người nông dân nữ gặp nhiều khó khăn hơn so với nam giới. Ví dụ, họ có thể không được đảm bảo quyền về đất đai, quyền

tiếp cận bình đẳng với nước, hoặc không nhận được hỗ trợ tài chính để mua phân bón, hay thậm chí không được tiếp cận với dự báo thời tiết. Vì vậy chúng ta cần phải thúc đẩy quyền sở hữu của phụ nữ và xây dựng tư vấn kỹ thuật dành riêng cho họ. Kết quả có thể sẽ rất ấn tượng: Nghiên cứu từ một cơ quan của Liên Hợp Quốc chỉ ra rằng nếu phụ nữ được tiếp cận với các nguồn lực như nam giới, sản lượng cây trồng của họ có thể tăng lên từ 20% đến 30% và số người sống trên thế giới trong cảnh đói nghèo sẽ giảm từ 12% đến 17%.[7]

Đưa biến đổi khí hậu vào các quyết định chính sách. Rất ít kinh phí được sử dụng để giúp người nông dân thích nghi; chỉ một phần rất nhỏ trong 500 tỉ đô-la mà các chính phủ chi cho nông nghiệp từ năm 2014 đến 2016 được đưa vào các hoạt động giúp giảm bớt tác động của biến đổi khí hậu đối với người nghèo. Các chính phủ nên đưa ra những chính sách và ưu đãi để giúp người nông dân giảm được lượng khí thải, đồng thời nâng cao sản lượng. Kết luận: Những người có thu nhập trung bình và cao gây ra phần lớn tình trạng biến đổi khí hậu. Những người nghèo nhất gây ra ít vấn đề nhất, nhưng họ lại là những người chịu ảnh hưởng nặng nề nhất. Họ xứng đáng nhận được sự giúp đỡ của thế giới và cần nhiều hơn những gì đang nhận được.

—

Hoàn cảnh của những người nông dân nghèo – cũng như tác động của biến đổi khí hậu đối với họ – là điều mà tôi đã được học rất nhiều trong hai thập niên qua khi chống lại sự đói nghèo trên toàn cầu. Đây cũng là nguồn đam mê của tôi, bởi nó cho phép tôi tìm hiểu về những cơ chế khoa học thú vị đằng sau việc nhân giống cây trồng.

Tuy nhiên, cho đến gần đây, tôi vẫn chưa suy nghĩ nhiều về những khía cạnh khác của sự thích ứng, chẳng hạn như các thành phố phải làm gì để chuẩn bị hay hệ sinh thái sẽ bị ảnh hưởng ra sao. Nhưng mới đây, tôi đã có cơ hội được tìm hiểu sâu hơn khi làm việc trong Ủy ban đã được đề cập ở trên. Dưới đây là một vài thông tin chi tiết mà tôi có được qua quá trình làm việc với Ủy ban – những thông tin này được đem lại bởi hàng chục chuyên gia về khoa học, chính sách công, công nghiệp và các lĩnh vực khác. Nhờ chúng, bạn có thể hiểu thêm về những gì chúng ta cần làm để thích ứng với khí hậu đang ấm lên.

Theo cách nói tổng quát, bạn có thể hình dung về sự thích ứng

theo ba giai đoạn. Giai đoạn đầu tiên bao gồm việc giảm thiểu rủi ro do biến đổi khí hậu gây ra, thông qua các bước như xây dựng các tòa nhà và các cơ sở hạ tầng khác để đối phó với biến đổi khí hậu, bảo vệ các vùng đất ngập nước và coi chúng như một bức tường chống lại lũ lụt, và – khi cần thiết – khuyến khích mọi người di dời vĩnh viễn khỏi các khu vực không còn sinh sống được nữa.

Tiếp theo là chuẩn bị và ứng phó với các trường hợp khẩn cấp. Chúng ta cần tiếp tục cải thiện các hệ thống dự báo thời tiết và cảnh báo sớm để có được thông tin về các cơn bão. Khi thảm họa xảy ra, chúng ta cần các đội ngũ các nhân viên ứng phó khẩn cấp được trang bị và đào tạo tốt, cùng với một hệ thống đã sẵn sàng để triển khai hoạt động sơ tán tạm thời.

Cuối cùng, sau thảm họa là giai đoạn phục hồi. Chúng ta sẽ cần lập kế hoạch cung cấp dịch vụ cho những người phải di dời – chẳng hạn như chăm sóc sức khỏe và giáo dục – và bảo hiểm để giúp người dân ở mọi mức thu nhập tái thiết cuộc sống. Bên cạnh đó, chúng ta cũng cần thiết lập các tiêu chuẩn để đảm bảo rằng mọi thứ được tái thiết lại đều có khả năng ứng phó tốt hơn với biến đổi khí hậu.

Dưới đây là bốn nội dung quan trọng của sự thích nghi:

Các thành phố cần thay đổi cách phát triển. Các khu vực thành thị là nơi sinh sống của hơn một nửa dân số trên Trái Đất – tỉ lệ này sẽ tiếp tục gia tăng trong những năm tới. Đó cũng là nơi chiếm hơn ba phần tư nền kinh tế thế giới. Khi mở rộng, nhiều thành phố phát triển nhanh chóng trên thế giới sẽ được xây dựng trên các bãi bồi, các khu rừng và vùng đất ngập nước – những nơi vốn có khả năng hấp thụ lượng nước dâng cao trong một cơn bão hoặc lưu trữ nước khi hạn hán.

Tất cả các thành phố sẽ bị ảnh hưởng bởi biến đổi khí hậu, nhưng những thành phố ven biển sẽ gặp phải những vấn đề tồi tệ nhất. Hàng trăm triệu người có thể bị buộc phải rời bỏ nơi họ sinh sống khi mực nước biển lên cao cũng như nước dâng do bão tồi tệ hơn. Đến giữa thế kỷ này, thiệt hại do của biến đổi khí hậu gây ra cho tất cả các thành phố ven biển có thể vượt quá một nghìn tỉ đô-la *mỗi năm*. Sẽ là hạ thấp mức độ nghiêm trọng nếu chúng ta chỉ nói rằng điều này làm trầm trọng thêm những vấn đề mà hầu hết các thành phố vốn đối mặt như nghèo đói, vô gia cư, chăm sóc sức khỏe, giáo dục.

Một thành phố có khả năng ứng phó với biến đổi khí hậu sẽ trông

như thế nào? Đầu tiên, các nhà quy hoạch đô thị cần nắm được những dữ liệu mới nhất về nguy cơ và dự báo biến đổi khí hậu từ những những mô hình máy tính có khả năng đoán định tác động của hiện tượng này. (Hiện nay, nhiều người đứng đầu thành phố tại các nước đang phát triển thậm chí còn không có trong tay một tấm bản đồ đơn giản để chỉ ra khu vực nào dễ bị ngập nhất.) Khi được cập nhật thông tin mới nhất, họ có thể đưa ra những quyết định tốt hơn trong việc quy hoạch khu dân cư và trung tâm công nghiệp, xây dựng hoặc mở rộng tường chắn sóng, bảo vệ thành phố khỏi những cơn bão đang ngày càng trở nên dữ dội hơn, cải thiện hệ thống thoát nước mưa và nâng cao cầu cảng để giữ chúng cao hơn mức thủy triều dâng.

Tôi sẽ đưa ra một ví dụ cụ thể: Nếu đang xây dựng một cây cầu địa phương bắc qua sông, bạn sẽ để nó cao 3,5 hay 5,5 m? Một cây cầu cao hơn chắc chắn sẽ đắt hơn, nhưng nếu bạn biết trước rằng một trận lũ lớn sẽ xảy ra trong thập niên tới, đó sẽ là sự lựa chọn thông minh hơn. Thà xây một cây cầu đắt một lần duy nhất, hơn là xây một cây cầu rẻ hai lần.

Và nhu cầu không chỉ đơn thuần là cải tạo cơ sở hạ tầng đô thị sẵn có; biến đổi khí hậu cũng sẽ buộc chúng ta phải cân nhắc những nhu cầu hoàn toàn mới. Ví dụ, đối với các thành phố phải trải qua những ngày cực kỳ nóng và có dân cư không đủ khả năng tài chính để mua máy điều hòa, chúng ta có thể cần đến trung tâm làm mát – nơi mọi người có thể đến để thoát khỏi cái nóng. Không may thay, việc sử dụng máy điều hòa nhiều hơn cũng đồng nghĩa với việc tăng phát thải khí nhà kính; đây là một lý do khác cho thấy tầm quan trọng của những tiến bộ trong việc làm mát mà tôi đã nhắc đến trong Chương 8.

Tăng cường các lớp bảo vệ tự nhiên. Rừng có khả năng dự trữ và điều tiết nước. Các vùng đất ngập nước sẽ ngăn lũ và cung cấp nước cho nông dân và cư dân thành phố. Rạn san hô là nơi sinh sống của những loài cá vốn là sinh kế của các cộng đồng ven biển. Nhưng những yếu tố trên, cũng như các lớp bảo vệ tự nhiên khác, đều đang nhanh chóng biến mất. Hơn 3,6 triệu hecta đã bị phá hủy chỉ trong năm 2018, và khi nhiệt độ toàn cầu tăng lên 2°C – một viễn cảnh rất có thể sẽ thành hiện thực – hầu hết các rạn san hô trên thế giới sẽ chết đi.

Mặt khác, việc khôi phục các hệ sinh thái mang lợi ích rất lớn. Các công ty cấp nước tại những thành phố lớn nhất thế giới có thể tiết kiệm 890 triệu đô-la mỗi năm bằng cách khôi phục rừng và đường phân thủy. Nhiều quốc gia hiện đang dẫn đầu trong việc này: Ở

Niger, một nỗ lực trồng rừng ở địa phương do những nông dân thực hiện đã nâng cao sản lượng cây trồng, tăng độ che phủ rừng và giảm thời gian phụ nữ phải đi hái củi từ 3 giờ một ngày xuống còn 30 phút. Trung Quốc đã coi khoảng một phần tư diện tích đất đai của họ là tài sản thiên nhiên quan trọng, cần được ưu tiên bảo tồn và giữ gìn hệ sinh thái. Mexico hiện đang bảo vệ một phần ba lưu vực sông của mình để duy trì nguồn cung cấp nước cho 45 triệu người.

Nếu chúng ta có thể dựa vào những ví dụ trên để nâng cao nhận thức về mức độ quan trọng của hệ sinh thái và giúp nhiều quốc gia tiếp nối hành động, chúng ta sẽ nhận được nhiều lợi ích từ việc có một hệ thống phòng thủ tự nhiên để ứng phó với biến đổi khí hậu.

Và đây là giải pháp đơn giản hơn: rừng đước ngập mặn. Đước là loại cây thấp mọc ở ven bờ biển, đã thích nghi để sống ở vùng nước mặn; chúng giúp giảm mực nước dâng khi có bão, ngăn lũ lụt ven biển và bảo vệ môi trường sống của cá. Ngoài ra, rừng đước ngập mặn cũng giúp thế giới tránh tổn thất gần 80 tỉ đô-la do lũ lụt hằng năm, cũng như hàng tỉ đô-la khác theo nhiều cách khác nhau. Trồng rừng đước ngập mặn rẻ hơn nhiều so với việc xây dựng đê chắn sóng, và loại cây này cũng giúp cải thiện chất lượng nước. Chúng là một khoản đầu tư tuyệt vời.

Trồng đước là một sự đầu tư khôn ngoan. Chúng giúp ngăn ngừa tổn thất khoảng 80 tỉ đô-la mỗi năm do lũ lụt.[8]

Chúng ta sẽ cần nhiều nước uống hơn lượng chúng ta có thể cung cấp. Khi hồ và tầng ngậm nước bị thu hẹp hoặc ô nhiễm, việc cung cấp nước uống sẽ ngày càng khó khăn hơn. Hầu hết các siêu đô thị trên thế giới đã phải đối mặt với tình trạng thiếu nước trầm trọng, và nếu không có gì thay đổi, vào giữa thế kỷ này, số người không được đáp ứng nhu cầu nước sinh hoạt ít nhất một lần mỗi tháng sẽ tăng hơn một phần ba, lên đến hơn năm tỉ người.

Công nghệ có một số tiềm năng trong lĩnh vực này. Chúng ta biết cách tách muối ra khỏi nước biển để lấy nước uống, nhưng quá trình này tốn rất nhiều năng lượng, và quá trình đưa nước biển đến cơ sở khử muối và từ cơ sở đến người sử dụng cũng vậy. (Điều này nghĩa là, cũng giống như các trường hợp khác, vấn đề đối với nước vẫn suy cho cùng vẫn là về năng lượng: Với đủ năng lượng sạch và rẻ, chúng ta có thể tạo ra toàn bộ lượng nước sạch mà chúng ta cần.)

Một ý tưởng sáng suốt khác mà tôi rất quan tâm là lấy nước từ không khí. Về cơ bản, nó là một loại máy hút ẩm chạy bằng năng lượng Mặt Trời với hệ thống lọc tiên tiến để loại bỏ tạp chất từ không khí bị ô nhiễm. Hệ thống này đã được chế tạo, nhưng có giá lên đến hàng nghìn đô-la, quá đắt đối với những người nghèo trên thế giới, những người sẽ chịu nhiều thiệt hại nhất do thiếu nước.

Cho đến khi một ý tưởng như vậy có giá cả phải chăng, chúng ta cần thực hiện các bước thiết thực – những sự thúc đẩy để làm giảm nhu cầu sử dụng nước và các nỗ lực nhằm làm tăng nguồn cung. Chúng ta cần làm rất nhiều việc, từ thu hồi nước thải cho đến tưới tiêu đúng lúc – một hệ thống giúp giảm đáng kể lượng nước cần sử dụng, đồng thời nâng cao năng suất cây trồng.

Cuối cùng, để cấp vốn các dự án trong lĩnh vực thích ứng, chúng ta phải tiếp cận được những nguồn tiền mới. Tôi không nói đến những khoản viện trợ nước ngoài dành cho các nước đang phát triển – mặc dù chúng ta sẽ cần đến chúng – mà là về sử dụng nguồn kinh phí công để thúc đẩy các nhà đầu tư tư nhân thực hiện các dự án thích ứng.

Đây là vấn đề chúng ta cần khắc phục: Chi phí để thích ứng cần phải được bỏ ra ngay từ đầu, nhưng lợi ích kinh tế có thể không xuất hiện cho đến nhiều năm sau. Ví dụ, bạn có thể đầu tư để dự phòng lũ lụt cho công việc kinh doanh của mình ngay từ giờ, nhưng tác động của thiên tai này có thể 10 hoặc 20 năm nữa mới xuất hiện. Khoản đầu tư này sẽ không sinh lời; khách hàng sẽ không trả thêm tiền cho các sản phẩm của bạn chỉ vì bạn đã đảm

bảo rằng nước thải sẽ không chảy vào tầng hầm của mình khi có lũ lụt. Vì vậy, các ngân hàng sẽ không sẵn lòng cho bạn vay tiền để dự phòng lũ lụt hoặc họ sẽ tính lãi suất cao hơn. Dù bằng cách nào, bạn cũng sẽ phải tự mình gánh chịu một số chi phí, nếu như vậy, có lẽ bạn chỉ cần đơn giản là chẳng làm gì hết.

Lấy ví dụ này và mở rộng quy mô lên toàn thành phố, bang hoặc quốc gia, và bạn sẽ hiểu tại sao khu vực công phải có vai trò trong cả việc tài trợ cho các dự án thích ứng, lẫn thu hút khu vực tư nhân. Chúng ta cần biến sự thích nghi trở thành một khoản đầu tư hấp dẫn.

Quá trình này bắt đầu với việc tìm cách để khiến thị trường tài chính công và tư tính đến rủi ro của biến đổi khí hậu và định giá những rủi ro này một cách phù hợp. Một số chính phủ và công ty trên thế giới hiện đã xem xét rủi ro khí hậu trong các dự án của họ; tất cả đều nên làm như vậy. Các chính phủ cũng có thể dành nhiều nguồn lực hơn cho việc thích ứng, đặt ra các mục tiêu về số kinh phí họ sẽ đầu tư theo thời gian và áp dụng các chính sách có khả năng loại bỏ một số rủi ro đối với các nhà đầu tư tư nhân. Khi lợi nhuận của các dự án trong lĩnh vực thích nghi trở nên rõ ràng hơn, đầu tư tư nhân sẽ tăng lên.

Bạn có lẽ đang băn khoăn rằng toàn bộ quá trình này sẽ tiêu tốn bao nhiêu. Không có cách nào để định giá mọi thứ mà thế giới cần làm nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu. Nhưng Ủy ban mà tôi tham gia đã định giá những khoản chi phí trong năm lĩnh vực chính (xây dựng hệ thống cảnh báo sớm, xây dựng cơ sở hạ tầng phòng chống biến đổi khí hậu, nâng cao năng suất cây trồng, quản lý nước và bảo vệ rừng ngập mặn) và nhận thấy rằng việc đầu tư 1,8 nghìn tỉ đô-la từ năm 2020 đến năm 2030 sẽ mang lại những lợi ích trị giá bảy nghìn tỉ đô- la. Dưới một góc nhìn khác, khi chia đều ra trong một thập niên, nó chiếm khoảng 0,2% GDP của thế giới, với giá trị lợi ích đem lại gần gấp bốn lần khoản đầu tư.

Bạn có thể đo lường lợi ích bằng cách xem xét những điều tồi tệ có thể được ngăn chặn: Các cuộc nội chiến không nổ ra để tranh giành quyền sử dụng nước, những người nông dân không bị trắng tay bởi hạn hán hoặc lũ lụt, các thành phố không bị tàn phá bởi bão, không có những làn sóng người tị nạn do biến đổi khí hậu. Hoặc bạn có thể đo lường chúng theo khía cạnh của những điều tốt đẹp *sẽ* xảy ra: Trẻ em lớn lên với đầy đủ dưỡng chất cần thiết; các gia đình thoát nghèo trở thành tầng lớp trung lưu; doanh nghiệp, thành phố và quốc gia vẫn phát triển mạnh dù khí hậu

ngày càng nóng lên.

Dù bạn nghĩ theo hướng nào thì khía cạnh kinh tế cũng vẫn rõ ràng, và khía cạnh đạo đức cũng vậy. Tình trạng đói nghèo cùng cực đã giảm mạnh trong một phần tư thế kỷ vừa qua, từ 36% dân số thế giới vào năm 1990 xuống chỉ còn 10% vào năm 2015 – mặc dù COVID-19 đã làm tiêu tan phần lớn thành quả này.[9] Biến đổi khí hậu còn có thể gây ảnh hưởng nhiều hơn thế và làm tăng số người sống trong cảnh cực kỳ nghèo khó lên 13%.

Những người chịu phần lớn trách nhiệm cho vấn đề này nên giúp phần còn lại của thế giới vượt qua nó. Đó là những gì chúng ta cần làm.

—

Còn có một khía cạnh khác của việc thích ứng phải được quan tâm hơn nhiều: Chúng ta cần chuẩn bị cho tình huống xấu nhất.

Các nhà khoa học đã xác định được nhiều điểm giới hạn, mà tại đó tốc độ biến đổi khí hậu sẽ gia tăng đáng kể – ví dụ, khi các cấu trúc tinh thể giống như băng chứa một lượng lớn khí methane dưới đáy đại dương trở nên không ổn định và phun trào. Trong một thời gian tương đối ngắn, các thảm họa có thể ập đến trên khắp thế giới, lấn át tất cả các nỗ lực của chúng ta trong việc chuẩn bị và ứng phó với biến đổi khí hậu. Và nhiệt độ càng cao, nguy cơ đạt đến điểm giới hạn này càng lớn.

Khi chúng ta dường như tiến đến điểm giới hạn, bạn sẽ được nghe nhiều hơn về một loạt các ý tưởng táo bạo – thậm chí có người còn coi chúng là điên rồ – được gọi chung là "sửa đổi khí hậu" (geoengineering). Những hướng tiếp cận này chưa được chứng minh, và chúng cũng đặt ra những vấn đề phức tạp về đạo đức. Dẫu vậy, chúng cũng rất đáng để nghiên cứu và bàn luận, nhất là khi chúng ta còn có thể cho mình sự xa xỉ của việc nghiên cứu và bàn luận.

Sửa đổi khí hậu là một loại công cụ vô cùng tiên tiến, chỉ dành cho trường hợp khẩn cấp. Ý tưởng cơ bản ở đây là tạo ra những thay đổi tạm thời với đại dương hoặc khí quyển của Trái Đất để làm giảm nhiệt độ của hành tinh. Những thay đổi này không nhằm rũ bỏ trách nhiệm giảm thiểu phát thải của chúng ta; chúng chỉ có thể cho chúng ta thêm thời gian để cùng hành động.

Trong vài năm qua, tôi đã tài trợ cho một số nghiên cứu trong lĩnh

vực này (khoản kinh phí này là rất nhỏ so với những hoạt động về thích ứng và giảm thiểu tác động mà tôi đang tài trợ). Các phương pháp tiếp cận của sửa đổi khí hậu đều dựa trên ý tưởng rằng, để bù đắp lại cho sự nóng lên toàn cầu do khí nhà kính, chúng ta cần giảm khoảng 1% lượng ánh sáng Mặt Trời chiếu xuống Trái Đất.[i]

---

[i]. Nếu bạn muốn biết cách tính toán: Ánh sáng Mặt Trời được Trái Đất hấp thụ với tỉ lệ khoảng 240 watt trên 1 m^2. Hiện có đủ carbon trong khí quyển để hấp thụ nhiệt với tỉ lệ trung bình khoảng 2 watt trên 1 m^2. Vì vậy, chúng ta cần làm giảm lượng ánh sáng Mặt Trời đi 2/240, tức là 0,83%. Tuy nhiên, bởi vì các đám mây sẽ thay đổi nhờ công nghệ sửa đổi khí hậu (hay cụ thể trong trường hợp này là quản lý bức xạ Mặt Trời), chúng ta sẽ cần giảm lượng ánh sáng thêm chút nữa, ở mức xấp xỉ 1%. Nếu lượng carbon trong khí quyển tăng gấp đôi, nó sẽ hấp thụ nhiệt với tỉ lệ khoảng 4 watt trên 2 m^2, và chúng ta sẽ cần tăng gấp đôi mức độ lên khoảng 2%.

Có nhiều cách khác nhau để thực hiện điều này. Một phương pháp là phân tán các hạt siêu mịn – mỗi hạt chỉ có đường kính bằng một phần vạn milimét – vào các tầng trên của bầu khí quyển. Các nhà khoa học biết rằng những hạt này sẽ làm phân tán ánh sáng Mặt Trời và giúp làm mát, bởi vì họ đã từng thấy điều này xảy ra trước đây: Khi một ngọn núi lửa cực mạnh phun trào, nó thải ra một loạt các hạt tương tự và làm giảm nhiệt độ toàn cầu.

Một cách tiếp cận khác là làm sáng màu của các đám mây. Vì ánh sáng Mặt Trời bị phân tán bởi đỉnh của các đám mây, nên nếu có thể khiến cho mây sáng hơn, chúng ta có thể phân tán nhiều ánh sáng Mặt Trời hơn và giảm nhiệt độ của Trái Đất. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một loại muối xịt có tác dụng khiến mây phân tán nhiều ánh sáng hơn. Chúng ta cũng không cần làm việc này quá nhiều; để đạt được mức giảm 1%, chúng ta chỉ cần làm sáng thêm 10% những đám mây bao phủ 10% diện tích Trái Đất.

Chúng ta còn nhiều cách tiếp cận khác nữa, nhưng tất cả đều có ba điểm chung. Thứ nhất, chúng tương đối rẻ so với quy mô của vấn đề, đòi hỏi chi phí ban đầu chưa đến mười tỉ đô-la và chi phí hoạt động không đáng kể. Thứ hai, tác động lên các đám mây chỉ kéo dài trong khoảng một tuần, vì vậy chúng ta có thể sử dụng biện pháp này cho đến khi chúng ta không còn cần đến nó nữa và có thể dừng lại mà không phải lo lắng về tác động lâu dài. Thứ ba, bất kỳ vấn đề nào về mặt kỹ thuật mà những ý tưởng này có thể gặp phải cũng đều sẽ không là gì so với những trở ngại chính trị mà chúng chắc chắn sẽ phải đối mặt.

Một số người chỉ trích rằng việc sửa đổi khí hậu cũng chẳng khác nào một thử nghiệm lớn ở quy mô hành tinh, mặc dù những người ủng hộ đã chỉ ra rằng kiểu thử nghiệm ấy vốn đã được thực hiện khi chúng ta thải ra một lượng khí nhà kính khổng lồ.

Nhưng điều đúng đắn là chúng ta cần phải hiểu rõ hơn về những ảnh hưởng tiềm ẩn của sửa đổi khí hậu ở cấp độ địa phương. Đây là một mối quan tâm chính đáng cần được nghiên cứu nhiều hơn trước khi chúng ta xem xét đến việc thử nghiệm sửa đổi khí hậu trên quy mô lớn trong thực tế. Ngoài ra, vì bầu khí quyển có tầm ảnh hưởng đến toàn cầu, nên không một quốc gia nào có thể quyết định tự mình thử nghiệm sửa đổi khí hậu. Chúng ta sẽ cần sự đồng thuận giữa các bên.

Hiện tại, thật khó để tưởng tượng việc các quốc gia trên thế giới đồng ý với nhau về việc điều chỉnh nhiệt độ hành tinh bằng cách nhân tạo. Nhưng sửa đổi khí hậu là cách duy nhất được biết đến để chúng ta có thể hi vọng làm giảm nhiệt độ Trái Đất chỉ trong vòng vài năm hoặc vài thập niên mà không làm suy thoái nền kinh tế. Sẽ đến ngày chúng ta chẳng còn lựa chọn nào khác. Vậy tốt nhất chúng ta nên chuẩn bị cho điều ấy ngay từ bây giờ.

Chương 10

Tại sao chính sách của chính phủ lại quan trọng

Vào năm 1943, đỉnh điểm của Thế chiến II, một đám khói dày đặc đã bao trùm Los Angeles. Nó độc hại đến mức khiến cho người dân bị cay mắt và sổ mũi. Những người lái xe không thể nhìn được xa hơn ba dãy nhà. Một số người dân địa phương lo sợ rằng quân đội Nhật Bản đã tấn công thành phố bằng vũ khí hóa học.

Tuy nhiên, Los Angeles không bị tấn công, ít nhất không phải bởi quân đội nước ngoài. Thủ phạm ở đây là khói bụi, bắt nguồn từ sự kết hợp giữa ô nhiễm không khí và các điều kiện thời tiết.

Gần một thập niên sau, trong năm ngày vào tháng 12 năm 1952, London cũng bị bao phủ trong khói bụi. Xe buýt và xe cấp cứu ngừng chạy. Tầm nhìn mờ mịt ngay cả trong các tòa nhà khép kín, đến mức các rạp chiếu phim cũng phải đóng cửa. Nạn cướp bóc diễn ra tràn lan vì cảnh sát không thể nhìn thấy gì quá vài mét. Sự kiện có tên là Đại Sương mù London này đã làm ít nhất 4.000 người thiệt mạng.

Do những sự cố như vậy, vào những năm 1950 và 1960, ô nhiễm không khí trở thành một mối lo ngại lớn của công chúng tại Mỹ và châu Âu, và các nhà hoạch định chính sách đã phản ứng nhanh chóng. Quốc hội bắt đầu cấp kinh phí để nghiên cứu vấn đề và tìm các biện pháp khắc phục vào năm 1955. Năm tiếp theo, chính phủ Anh đã ban hành Đạo luật Không khí Sạch, qua đó thiết lập trên khắp đất nước các khu vực kiểm soát khói, nơi chỉ cho phép sử dụng những nhiên liệu được coi là sạch. Bảy năm sau, Đạo luật Không khí Sạch của nước Mỹ đã trở thành điểm khởi đầu của hệ thống quy định hiện đại về việc kiểm soát ô nhiễm không khí tại

đất nước này; cho đến nay, đây vẫn là đạo luật toàn diện nhất – cũng như một trong số những đạo luật có ảnh hưởng nhất – đối với việc kiểm soát tình trạng ô nhiễm không khí có thể gây nguy hại đến sức khỏe cộng đồng. Vào năm 1970, Tổng thống Nixon đã thành lập Cơ quan Bảo vệ Môi trường để hỗ trợ thi hành đạo luật này.

Viên cảnh sát phải sử dụng pháo sáng để điều hướng giao thông trong thảm họa Đại sương mù London vào năm 1952.[1]

Đạo luật Không khí Sạch của nước Mỹ đã hoàn thành được nhiệm vụ của nó – loại bỏ khí độc ra khỏi không khí – và từ năm 1990, mức phát thải của nitrogen dioxit tại Mỹ đã giảm 56%, carbon monoxit giảm 77% và lưu huỳnh dioxit giảm 88%. Chì gần như biến mất. Mặc dù còn nhiều việc cần làm, nhưng chúng tôi hoàn thành được những điều này ngay cả khi nền kinh tế phát triển và dân số gia tăng.

Nhưng bạn không cần phải tìm kiếm trong lịch sử để thấy được những ví dụ về cách các chính sách sáng suốt giúp giải quyết những vấn đề như ô nhiễm không khí. Việc ấy đang diễn ra ngay bây giờ. Bắt đầu từ năm 2014, Trung Quốc đã khởi động nhiều chương trình nhằm đối phó với tình trạng khói bụi ngày càng tồi tệ ở các trung tâm đô thị và sự tăng vọt của các chất ô nhiễm không khí nguy hiểm. Chính phủ Trung Quốc đã đặt ra các mục tiêu mới để làm giảm ô nhiễm không khí, cấm xây dựng các nhà máy nhiệt điện than mới gần các thành phố có tỉ lệ ô nhiễm cao, và giới hạn việc lái ô tô không chạy bằng điện ở các thành phố lớn.

Chỉ trong vòng một vài năm, Bắc Kinh đã báo cáo rằng một số loại ô nhiễm đã giảm 35%; Bảo Định, một thành phố 11 triệu dân, đã đạt được mức giảm 38%.

Mặc dù ô nhiễm không khí vẫn là một nguyên nhân lớn gây ra bệnh tật và tử vong – theo ước tính, nó có thể giết chết hơn bảy triệu người mỗi năm – nhưng các chính sách được đưa ra chắc chắn đã giúp kìm hãm con số này.[i] (Chúng cũng đã giúp giảm một ít khí nhà kính, mặc dù đó không phải là mục đích ban đầu.) Ngày nay chúng là bằng chứng về vai trò hàng đầu mà các chính sách của chính phủ phải đảm nhiệm trong việc phòng tránh thảm họa khí hậu.

---

[i] Cháy rừng, chẳng hạn như những đám cháy quét qua miền tây nước Mỹ vào năm 2020, là một vấn đề riêng biệt nhưng vẫn có liên quan. Khói từ những trận cháy rừng vào năm 2020 đã khiến việc ra khỏi nhà trở nên không an toàn đối với hàng triệu người.

Tôi thừa nhận rằng "chính sách" là một từ mơ hồ và có vẻ tẻ nhạt. Một bước đột phá lớn, chẳng hạn như một loại pin mới, sẽ hấp dẫn hơn so với những chính sách đã tạo điều kiện cho các nhà hóa học phát minh ra nó. Nhưng sự đột phá thậm chí sẽ không tồn tại nếu không có sự tài trợ của chính phủ, các chính sách được tạo ra đưa nghiên cứu khỏi phòng thí nghiệm và đến với thị trường, cũng như các quy định đã tạo ra thị trường và giúp bước đột phá ấy dễ dàng được triển khai trên quy mô lớn.

Trong cuốn sách này, tôi đã nhấn mạnh những phát minh mà chúng ta cần có để đạt được con số 0 – những cách mới để lưu trữ điện, sản xuất thép... – nhưng đổi mới không chỉ là phát triển các thiết bị mới. Nó còn bao gồm cả phát triển các chính sách mới để chúng ta có thể chứng minh và triển khai những phát minh đó trên thị trường nhanh nhất có thể.

May thay, khi xây dựng các chính sách, chúng ta không phải bắt đầu từ hai bàn tay trắng. Chúng ta có *rất nhiều* kinh nghiệm trong việc ban hành luật về năng lượng. Trên thực tế, đây là lĩnh vực được quản lý chặt chẽ nhất của nền kinh tế, tại nước Mỹ cũng như trên toàn thế giới. Ngoài không khí sạch, các chính sách năng lượng sáng suốt đã mang lại những điều sau.

Điện khí hóa. Vào năm 1910, chỉ có 12% người Mỹ có thể sử dụng điện tại nhà. Đến năm 1950, tỉ lệ này đã lên tới hơn 90%, nhờ những nỗ lực như các khoản tài trợ liên bang cho các con đập,

thành lập các cơ quan liên bang để ban hành luật về năng lượng và một dự án lớn của chính phủ nhằm đưa điện tới các vùng nông thôn.

An ninh năng lượng. Để đối phó với khủng hoảng về dầu mỏ trong những năm 1970, nước Mỹ đã đặt ra mục tiêu tăng cường sản xuất trong nước bằng nhiều nguồn năng lượng khác nhau. Chính phủ liên bang bắt đầu các dự án nghiên cứu và phát triển lớn đầu tiên vào năm 1974. Năm tiếp theo chứng kiến sự xuất hiện của các điều luật lớn liên quan đến tiết kiệm năng lượng, bao gồm các tiêu chuẩn về hiệu suất nhiên liệu cho ô tô. Hai năm sau, Bộ Năng lượng Mỹ được thành lập. Sau đó, vào những năm 1980, giá dầu lao dốc và nước Mỹ đã từ bỏ khá nhiều những nỗ lực kể trên – cho đến khi giá thành bắt đầu tăng trở lại vào những năm 2000, làm dấy lên một làn sóng đầu tư và quy định mới. Cùng với những nỗ lực khác, vào năm 2019, lần đầu tiên sau gần 70 năm, nước Mỹ đã xuất khẩu nhiều năng lượng hơn so với nhập khẩu.[2]

Phục hồi kinh tế. Sau cuộc Đại Suy thoái vào năm 2008, các chính phủ đã tạo việc làm và thúc đẩy đầu tư bằng cách đổ tiền vào năng lượng tái tạo, hiệu quả năng lượng, cơ sở hạ tầng điện và các tuyến đường sắt. Trong năm 2008, Trung Quốc đưa ra gói kích cầu kinh tế trị giá 584 tỉ đô-la, phần lớn trong số đó được dành cho các dự án xanh. Năm 2009, Đạo luật Phục hồi và Tái đầu tư của nước Mỹ đã sử dụng các khoản tín dụng thuế, trợ cấp liên bang, bảo lãnh khoản vay, tài trợ cho nghiên cứu và phát triển để thúc đẩy nền kinh tế và giảm lượng khí thải. Đây là khoản đầu tư lớn nhất trong lịch sử nước Mỹ dành cho năng lượng sạch và hiệu quả năng lượng, nhưng nó chỉ là khoản đầu tư một lần, không phải là sự thay đổi chính sách lâu dài.

—

Giờ là lúc áp dụng kinh nghiệm hoạch định chính sách vào thách thức hiện tại: đưa lượng phát thải khí nhà kính về con số 0.

Các nhà lãnh đạo quốc gia trên toàn cầu sẽ cần phải đưa ra một tầm nhìn rõ ràng về cách chuyển đổi nền kinh tế toàn cầu sang trạng thái không phát thải carbon. Tầm nhìn đó có thể định hướng hành động của người dân và doanh nghiệp trên toàn thế giới. Các quan chức chính phủ có thể đưa ra các quy định về lượng carbon mà nhà máy điện, ô tô và nhà máy sản xuất được phép thải ra. Họ có thể thực hiện các quy định có khả năng định hình thị trường tài chính và làm rõ các rủi ro của biến đổi khí hậu đối với

khu vực công và tư. Họ có thể là những nhà đầu tư chính vào nghiên cứu khoa học như hiện nay, cũng như đưa ra các luật có thể tác động đến tốc độ đưa các sản phẩm mới ra thị trường. Họ cũng có thể giúp khắc phục một số vấn đề mà thị trường không giải quyết được – bao gồm những phí tổn tiềm ẩn do các sản phẩm phát thải carbon gây ra cho môi trường và con người.

Nhiều quyết định trong số này được đưa ra ở cấp quốc gia, nhưng chính quyền bang và địa phương cũng đóng một vai trò lớn. Tại nhiều nước, các chính quyền dưới cấp quốc gia kiểm soát thị trường điện và đặt ra các tiêu chuẩn sử dụng năng lượng trong các tòa nhà. Họ lên kế hoạch cho các dự án xây dựng lớn – đập nước, hệ thống giao thông công cộng, cầu và đường – lựa chọn địa điểm cũng như vật liệu xây dựng của các dự án này. Họ mua sắm xe cảnh sát, xe cứu hỏa, bữa trưa tại trường học và đèn điện. Ở mỗi bước, sẽ có người phải quyết định xem có nên sử dụng giải pháp xanh để thay thế hay không.

Có vẻ trớ trêu khi giờ đây tôi lại đang kêu gọi sự tác động của chính phủ. Khi còn đang phát triển Microsoft, tôi luôn giữ khoảng cách với các nhà hoạch định chính sách tại Washington D.C. và trên toàn thế giới vì cho rằng họ chỉ ngăn trở chúng tôi làm việc một cách tốt nhất.

Việc chính phủ Mỹ khởi kiện chống độc quyền với Microsoft vào cuối những năm 1990 đã phần nào khiến tôi nhận ra rằng chúng tôi nên hợp tác với các nhà hoạch định chính sách ngay từ đầu. Tôi cũng biết rằng khi nói đến những công việc hệ trọng – cho dù đó là xây dựng hệ thống đường cao tốc quốc gia, tiêm chủng cho trẻ em trên toàn cầu, hay loại bỏ carbon khỏi nền kinh tế toàn cầu – chính phủ luôn đóng một vai trò to lớn trong việc tạo ra những sự thúc đẩy hợp lý và đảm bảo hệ thống tổng thể sẽ hoạt động hiệu quả đối với tất cả mọi người.

Đương nhiên, các doanh nghiệp và cá nhân cũng cần phải thực hiện vai trò của họ. Ở Chương 11 và Chương 12, tôi sẽ đề xuất một kế hoạch để đạt được con số 0, với các bước cụ thể mà các chính phủ, doanh nghiệp và cá nhân có thể thực hiện. Nhưng bởi vì các chính phủ sẽ đóng một vai trò quan trọng, trước tiên tôi muốn đề xuất bảy mục tiêu ở cấp cao mà họ nên hướng tới.

1. LƯU Ý KHOẢNG CÁCH ĐẦU TƯ

Chiếc lò vi sóng đầu tiên được đưa ra thị trường vào năm 1955. Giá của nó, tính theo đồng đô-la ngày nay, là gần 12.000 đô-la. Giờ

đây, bạn có thể mua một chiếc lò vi sóng chất lượng tốt chỉ với 50 đô-la.

Tại sao lò vi sóng lại trở nên rẻ như vậy? Bởi vì người tiêu dùng có thể ngay lập tức nhận ra công năng của một thiết bị có thể hâm nóng thức ăn nhanh gấp vài lần so với lò nướng thông thường. Doanh số bán lò vi sóng tăng nhanh chóng, thúc đẩy cạnh tranh trên thị trường, dẫn đến việc sản xuất ra các thiết bị ngày càng rẻ hơn.

Tôi mong thị trường năng lượng cũng hoạt động như vậy. Điện không giống như lò vi sóng, khi mà sản phẩm có các tính năng tốt nhất sẽ được ưa chuộng. Nguồn điện "bẩn" cũng có thể thắp sáng bóng đèn như một nguồn điện sạch. Do đó, nếu không có một số can thiệp về chính sách – chẳng hạn như tính giá carbon, hoặc các tiêu chuẩn yêu cầu một lượng điện không carbon nhất định trên thị trường – thì sẽ không có gì để đảm bảo rằng công ty đầu tư vào việc cung cấp điện sạch sẽ thực sự kiếm được lợi nhuận. Và rủi ro ở đây là đáng kể, vì năng lượng là một ngành được quản lý nghiêm ngặt và cần nhiều vốn.

Vậy nên bạn có thể thấy lý do tại sao khu vực tư nhân không đầu tư nhiều cho nghiên cứu và phát triển năng lượng. Các công ty trong lĩnh vực kinh doanh năng lượng chỉ đầu tư trung bình 0,3% doanh thu của họ vào hoạt động nghiên cứu và phát triển. Ngược lại, mức đầu tư này đối với điện gia dụng và dược phẩm lần lượt là gần 10% và 13%.

Chúng ta sẽ cần các chính sách và nguồn tài chính từ chính phủ để thu hẹp khoảng cách này, đặc biệt tập trung vào các lĩnh vực mà chúng ta cần đến công nghệ mới không làm phát thải carbon. Khi một ý tưởng ở trong giai đoạn ban đầu – khi chúng ta chưa chắc là nó có thể thành hiện thực không, và thời gian để đạt được thành công có thể lâu hơn nhiều so với những gì ngân hàng hay các nhà đầu tư mạo hiểm sẵn sàng chờ đợi – thì các chính sách và nguồn tài chính phù hợp chính là cách để đảm bảo nó sẽ được nghiên cứu toàn diện. Ý tưởng đó có thể là một đột phá lớn, nhưng nó cũng có thể không thành công, vì vậy chúng ta cần phải biết cách chấp nhận thất bại.

Nhìn chung, vai trò của chính phủ là đầu tư vào nghiên cứu và phát triển vào lĩnh vực mà khu vực tư nhân chưa dám bước vào vì không nắm rõ lợi nhuận sẽ phát sinh ra sao. Khi phương thức tạo ra lợi nhuận đã rõ ràng, khu vực tư nhân sẽ tiếp quản. Trên thực tế, đây là cách chúng ta có được các sản phẩm mà bạn vẫn đang sử

dụng hằng ngày, từ Internet, thuốc chữa bệnh, đến cả hệ thống định vị toàn cầu mà điện thoại của bạn sử dụng để định hướng di chuyển quanh thành phố. Mảng kinh doanh máy tính cá nhân – bao gồm cả Microsoft – sẽ không bao giờ có được thành công như ngày nay nếu chính phủ Mỹ không bỏ tiền vào việc nghiên cứu các bộ vi xử lý nhỏ hơn và nhanh hơn.

Trong một số lĩnh vực, như công nghệ kỹ thuật số, sự chuyển giao từ chính phủ sang doanh nghiệp diễn ra tương đối nhanh chóng. Còn với năng lượng sạch, quá trình này sẽ mất nhiều thời gian hơn và thậm chí đòi hỏi sự cam kết tài chính rất lớn từ chính phủ, vì nghiên cứu khoa học và kỹ thuật rất tốn kém và mất thời gian.

Đầu tư vào nghiên cứu còn đem lại một lợi ích khác: Nó có thể giúp tạo ra một ngành kinh doanh mà qua đó, một quốc gia bất kỳ có thể xuất khẩu sản phẩm ra nước ngoài. Ví dụ, Quốc gia 1 có thể tạo ra một loại nhiên liệu điện giá rẻ để bán cho người dân của họ, nhưng đồng thời họ cũng có thể xuất khẩu nó sang Quốc gia 2. Ngay cả khi Quốc gia 2 không có tham vọng giảm lượng khí thải, đến cuối cùng họ vẫn sẽ làm được, đơn giản là vì đã có người phát minh ra một loại nhiên liệu tốt hơn, rẻ hơn.

Cuối cùng, mặc dù việc nghiên cứu và phát triển tự thân đã mang lại lợi ích, nhưng nó sẽ hiệu quả nhất khi được kết hợp với sự khuyến khích về nhu cầu tiêu thụ. Sẽ không có doanh nghiệp nào biến ý tưởng vừa được đăng trên tạp chí khoa học thành sản phẩm, trừ phi họ tin tưởng vào việc tìm được người mua, đặc biệt là trong giai đoạn đầu, khi giá thành sản phẩm còn cao.

2. CÂN BẰNG TÌNH THẾ

Như tôi đã đề cập liên tục (tới mức có lẽ đã làm bạn phát chán), chúng ta phải giảm mức Chi phí Xanh về không. Chúng ta có thể hoàn thành được phần nào mục tiêu này bằng những đổi mới mà tôi đã mô tả từ Chương 4 đến Chương 8 – chẳng hạn như làm cho việc sản xuất thép không carbon có giá rẻ hơn. Nhưng chúng ta cũng có thể tăng mức chi phí đối với nhiên liệu hóa thạch bằng cách tính cả những thiệt hại do chúng gây ra vào giá thành.

Ngày nay, khi các doanh nghiệp tạo ra sản phẩm hoặc người tiêu dùng mua sắm, họ không phải trả thêm bất kỳ chi phí nào cho lượng carbon liên quan, mặc dù nó có thể gây ra những thiệt hại cho xã hội. Các nhà kinh tế học gọi nó là ảnh hưởng ngoại lai, tức là một khoản chi phí do xã hội gánh đỡ, thay vì các cá nhân hoặc doanh nghiệp vốn phải chịu trách nhiệm. Có nhiều cách khác

nhau, bao gồm thuế carbon hoặc chương trình mua bán phát thải, để đảm bảo rằng ít nhất một phần của phí tổn ngoại lai này được chi trả bởi người gây ra chúng.

Tóm lại, chúng ta có thể giảm Chi phí Xanh bằng cách làm cho những sản phẩm không carbon rẻ hơn (nhờ đổi mới về kỹ thuật/công nghệ), làm cho những sản phẩm có phát thải carbon đắt hơn (nhờ đổi mới về chính sách), hoặc thực hiện cả hai. Ý tưởng ở đây không phải là trừng phạt mọi người vì lượng khí nhà kính họ thải ra, mà là để tạo động lực cho việc sáng chế ra các giải pháp thay thế mang tính cạnh tranh và không thải ra carbon. Bằng cách tăng dần giá carbon để đưa nó về đúng mức thực tế, các chính phủ có thể thúc đẩy nhà sản xuất và người tiêu dùng đưa ra các quyết định hiệu quả hơn và khuyến khích sự đổi mới nhằm làm giảm Chi phí Xanh. Khả năng một người nỗ lực phát triển một loại nhiên liệu điện sẽ cao hơn nếu người đó biết rằng sản phẩm đó sẽ không bị lấn át bởi xăng công nghiệp rẻ tiền.

3. VƯỢT QUA CÁC RÀO CẢN PHI THỊ TRƯỜNG

Tại sao các hộ gia đình lại không sẵn sàng từ bỏ lò sưởi sử dụng nhiên liệu hóa thạch để ủng hộ các giải pháp khác sử dụng điện và có lượng phát thải thấp hơn? Bởi vì lựa chọn thay thế kia còn chưa được biết đến, không có đủ đại lý bán hàng hay thợ lắp đặt được đào tạo, và thậm chí nó còn bị coi là bất hợp pháp ở một số nơi.

Tại sao những người cho thuê nhà không nâng cấp căn hộ của họ bằng những thiết bị hiệu quả hơn? Nguyên nhân là bởi bên thanh toán tiền điện là người thuê nhà, bản thân những người đó không được phép sửa sang nhà cửa và có thể họ sẽ không sống ở đó đủ lâu để được hưởng những lợi ích lâu dài.

Bạn sẽ nhận thấy cả hai rào cản này đều không liên quan nhiều đến chi phí. Chúng tồn tại chủ yếu do sự thiếu hụt thông tin, nhân sự được đào tạo, hoặc sự khuyến khích – tất cả các nguyên nhân ấy đều có thể có những biến chuyển lớn với sự tác động của những chính sách sáng suốt của chính phủ.

4. LUÔN CẬP NHẬT ĐỔI MỚI

Đôi khi rào cản lớn không phải là nhận thức của người tiêu dùng hay thị trường không hoạt động đúng cách. Đôi khi, chính những chính sách mà chính phủ đã ban hành lại gây khó khăn cho quá trình loại bỏ carbon.

Ví dụ: Nếu bạn muốn sử dụng bê tông trong một tòa nhà, quy chuẩn xây dựng sẽ quy định chi tiết rằng loại bê tông đó cần phải hiệu quả đến đâu – bền như thế nào, có thể chịu được bao nhiêu trọng lượng... Quy chuẩn cũng có thể nêu ra thành phần hóa học chính xác của loại bê tông mà bạn được phép sử dụng. Các tiêu chuẩn về thành phần như vậy thường sẽ loại trừ một loại xi măng có mức phát thải thấp mà bạn muốn sử dụng, ngay cả khi nó đáp ứng tất cả các tiêu chuẩn về tính năng.

Không ai muốn các tòa nhà và các cây cầu sụp đổ vì bê tông kém chất lượng. Nhưng chúng ta có thể đảm bảo rằng các tiêu chuẩn phản ánh những tiến bộ mới nhất trong công nghệ và mức độ cấp thiết của việc đạt được con số 0.

5. LÊN KẾ HOẠCH CHO QUÁ TRÌNH CHUYỂN DỊCH CÔNG BẰNG

Sự chuyển dịch lớn sang một nền kinh tế không carbon chắc chắn sẽ tạo ra kẻ thắng và người thua. Tại nước Mỹ, các bang có nền kinh tế phụ thuộc nhiều vào khai thác nhiên liệu hóa thạch – ví dụ như Texas và North Dakota – sẽ cần phải tạo thêm những công việc với mức lương bằng những công việc bị mất đi; họ cũng sẽ cần phải tìm nguồn thu thay thế cho số tiền thuế đang được sử dụng để chi trả cho trường học, đường sá, và những thứ thiết yếu khác. Các bang dựa vào chăn nuôi bò như Nebraska cũng sẽ phải làm điều tương tự, nếu thịt nhân tạo thay thế cho các loại thịt thông thường. Và những người có thu nhập thấp, những người vốn đã phải dành phần lớn thu nhập của họ cho năng lượng, sẽ cảm nhận được gánh nặng của Chi phí Xanh rõ rệt hơn ai hết.

Tôi ước rằng tồn tại câu trả lời đơn giản cho những vấn đề này. Chắc chắn sẽ có một số cộng đồng nơi các công việc với mức lương cao trong ngành dầu khí sẽ được thay thế bằng các công việc trong ngành năng lượng Mặt Trời. Nhưng các cộng đồng khác sẽ cần phải trải qua một quá trình chuyển dịch khó khăn để có thể kiếm sống bằng một công việc khác ngoài khai thác nhiên liệu hóa thạch. Bởi vì các giải pháp là không giống nhau ở những địa điểm khác nhau, nên chúng sẽ cần được định hình bởi các nhà lãnh đạo địa phương. Nhưng chính phủ liên bang có thể trợ giúp – như một phần của kế hoạch tổng thể để đạt được con số 0 – bằng cách tài trợ vốn và tư vấn kỹ thuật, cũng như kết nối những cộng đồng đang gặp phải các vấn đề tương tự trên toàn quốc để họ có thể chia sẻ những giải pháp có hiệu quả.

Cuối cùng, tại các cộng đồng nơi khai thác than hoặc khí đốt tự nhiên là một phần quan trọng của nền kinh tế địa phương, sẽ là

điều dễ hiểu khi mọi người lo lắng về cách quá trình chuyển dịch có thể khiến việc kiếm sống của họ trở nên khó khăn hơn. Việc họ nêu lên những mối lo ngại không khiến họ trở thành những người phủ nhận biến đổi khí hậu. Bạn không cần phải là một nhà khoa học chính trị để hiểu rằng các nhà lãnh đạo quốc gia ủng hộ việc đạt được con số 0 sẽ nhận được nhiều sự tán thành hơn cho ý tưởng của họ, nếu như họ hiểu được mối lo ngại của các gia đình và cộng đồng có sinh kế bị ảnh hưởng nặng nề và lắng nghe những nỗi băn khoăn này một cách nghiêm túc.

6. KHÔNG BỎ QUA VIỆC KHÓ

Nhiều công việc để ứng phó với biến đổi khí hậu sẽ tập trung vào những cách tương đối đơn giản để giảm lượng khí thải, chẳng hạn như sử dụng xe điện và tăng sản lượng điện từ năng lượng Mặt Trời và gió. Điều đó là hợp lý, bởi vì việc thể hiện tiến độ và những thành tựu ban đầu sẽ giúp thu hút thêm nhiều người tham gia. Và đây là một điều quan trọng: Chúng ta chưa làm được ngay cả những việc tương đối dễ dàng ở quy mô mà chúng ta cần; điều này có nghĩa là chúng ta có nhiều cơ hội để đạt được những bước tiến lớn vào ngay lúc này.

Nhưng chúng ta không thể chỉ theo đuổi những mục tiêu dễ dàng. Giờ đây, khi phong trào biến đổi khí hậu đang trở nên phổ biến, chúng ta cũng cần tập trung vào những phần việc khó như lưu trữ điện, nhiên liệu sạch, xi măng, thép, phân bón... Việc này sẽ đòi hỏi một cách tiếp cận khác trong hoạch định chính sách. Ngoài triển khai các công cụ đã có, chúng ta sẽ cần phải đầu tư nhiều hơn vào nghiên cứu và phát triển đối với những công việc khó khăn hơn, và – vì phần lớn những việc này đóng vai trò chủ đạo đối với các cơ sở hạ tầng như đường sá và các tòa nhà – chúng ta cũng cần đưa ra những chính sách được đặc biệt thiết kế để tạo ra những đột phá này và đưa chúng vào thị trường.

7. PHÁT TRIỂN ĐỒNG THỜI CÔNG NGHỆ, CHÍNH SÁCH VÀ THỊ TRƯỜNG

Ngoài công nghệ và chính sách, có một khía cạnh thứ ba mà chúng ta phải quan tâm: Những công ty sẽ phát triển ra các phát minh mới và đảm bảo rằng chúng vươn ra được quy mô toàn cầu, cũng như các nhà đầu tư và thị trường tài chính hỗ trợ cho những công ty này. Vì không có một thuật ngữ chính xác hơn, tôi sẽ gọi nhóm này một cách khái quát là "thị trường".

Thị trường, công nghệ và chính sách giống như ba chiếc cần điều khiển mà chúng ta cần phải kéo để ngừng phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Chúng ta cần phải kéo cả ba cùng một lúc và cùng một hướng.

Chỉ áp dụng một chính sách – chẳng hạn như tiêu chuẩn không phát thải dành cho xe hơi – sẽ không có tác dụng gì nhiều nếu bạn không có công nghệ để loại bỏ khí thải hoặc không có bất kỳ công ty nào sẵn sàng sản xuất và bán loại xe hơi có thể đáp ứng tiêu chuẩn. Mặt khác, việc sở hữu một công nghệ phát thải thấp – ví dụ, một thiết bị thu hồi carbon từ khí thải của nhà máy nhiệt điện than – sẽ không có nhiều tác dụng nếu bạn không tạo động lực tài chính để khiến các công ty điện lực để lắp đặt nó. Sẽ có rất ít công ty đặt cược vào việc phát minh ra công nghệ không phát thải nếu các đối thủ của họ có thể làm giảm giá trị sản phẩm với các sản phẩm từ nhiên liệu hóa thạch.

Đó là lý do tại sao thị trường, chính sách và công nghệ phải bổ sung cho nhau. Các chính sách, chẳng hạn như đầu tư nhiều hơn vào nghiên cứu và phát triển, có thể giúp khơi dậy các công nghệ mới và định hình các hệ thống thị trường để đảm bảo rằng chúng có thể tiếp cận hàng triệu người. Nhưng quá trình này cũng có thể hoạt động theo hướng ngược lại: Chính sách cũng nên được định hình bởi những công nghệ mà chúng ta phát triển. Ví dụ, nếu chúng ta phát minh ra một loại nhiên liệu lỏng có tính đột phá, thì các chính sách của chúng ta sẽ cần phải tập trung vào việc tạo ra các chiến lược đầu tư và tài chính để đưa nó lên quy mô toàn cầu, và như vậy, chúng ta sẽ không cần phải quá quan tâm đến việc làm sao để tích trữ năng lượng.

Tôi sẽ cho bạn một vài ví dụ về những gì sẽ xảy ra khi cả ba yếu tố hoạt động cùng nhau và khi chúng không hoạt động.

Để thấy ảnh hưởng của việc chính sách không theo kịp công nghệ, hãy nhìn vào điện hạt nhân. Điện hạt nhân là nguồn năng lượng không carbon duy nhất mà chúng ta có thể sử dụng ở bất cứ nơi nào, 24 giờ một ngày, bảy ngày trong tuần. Một số công ty, bao gồm cả TerraPower, đang nghiên cứu lò phản ứng tiên tiến để giải quyết các vấn đề mà các mẫu được thiết kế từ hơn 50 năm trước không làm được: Thiết kế của họ an toàn hơn, rẻ hơn và tạo ra ít chất thải hơn. Nhưng nếu không có sự giúp đỡ của chính sách và cách tiếp cận thị trường phù hợp, công trình khoa học và kỹ thuật này sẽ chẳng đi thể đến đâu.

Sẽ không có nhà máy hạt nhân tiên tiến nào được xây dựng trừ

phi thiết kế của nó được chấp thuận, các chuỗi cung ứng được thiết lập, và một dự án thử nghiệm có thể được xây dựng để trình diễn cách tiếp cận mới. Đáng buồn là, ngoại trừ một vài trường hợp ngoại lệ như Nga và Trung Quốc – hai quốc gia đang đầu tư trực tiếp vào các công ty điện hạt nhân tiên tiến được chính phủ hỗ trợ – hầu hết các quốc gia khác không có phương pháp khả thi để thực hiện điều này. Sẽ rất hữu ích nếu như một số chính phủ cùng tham gia đầu tư vào các công ty này để giúp các dự án thử nghiệm được vận hành – như chính phủ Mỹ đã làm gần đây. Tôi nhận thấy rằng việc nói ra điều này khiến tôi có vẻ giống như một kẻ chạy theo tư lợi, vì tôi đang sở hữu một công ty hạt nhân tiên tiến, nhưng đó là cách duy nhất để năng lượng hạt nhân có cơ hội để trở nên hữu ích trong công cuộc chống biến đổi khí hậu.

Ví dụ về nhiên liệu sinh học lại cho thấy một thách thức khác: đảm bảo rằng chúng ta biết mình đang cố gắng giải quyết vấn đề gì, từ đó điều chỉnh các chính sách sao cho phù hợp.

Vào năm 2005, khi đang theo dõi sát sao tình hình dầu thô tăng giá và mong muốn giảm thiểu nhập khẩu dầu, Quốc hội Mỹ đã thông qua Tiêu chuẩn Năng lượng Tái tạo, trong đó đặt ra các mục tiêu về lượng nhiên liệu sinh học mà quốc gia này sẽ sử dụng trong thời gian tới. Với việc thông qua đạo luật này, một tín hiệu đã được gửi đến ngành giao thông vận tải, ngành này đã đầu tư rất nhiều vào một công nghệ nhiên liệu sinh học tồn tại vào thời điểm đó – ethanol làm từ ngô. Ethanol từ ngô vốn đã khá cạnh tranh với xăng vì giá xăng đang tăng và các nhà sản xuất ethanol được hưởng lợi từ các chính sách tín dụng thuế đã tồn tại hàng chục năm.

Chính sách này đã có hiệu quả. Sản lượng ethanol nhanh chóng vượt chỉ tiêu Quốc hội đề ra; ngày nay một lít xăng được bán ở Mỹ có thể chứa tới 10% ethanol.

Sau đó, vào năm 2007, Quốc hội quyết định sử dụng nhiên liệu sinh học để giải quyết một vấn đề khác. Mối lo ngại giờ đây không chỉ là giá dầu tăng, mà còn là biến đổi khí hậu. Chính phủ đã nâng các mục tiêu về nhiên liệu sinh học và bên cạnh đó còn yêu cầu rằng khoảng 60% tất cả các loại nhiên liệu sinh học được bán trong nước không chỉ được làm từ ngô mà còn từ các loại tinh bột khác. (Nhiên liệu sinh học được sản xuất theo cách này giúp giảm ba lần lượng khí thải so với nhiên liệu thông thường.) Các nhà máy tinh chế đã nhanh chóng đạt được mục tiêu đối với nhiên liệu sinh học thông thường sản xuất từ ngô, nhưng các giải pháp

thay thế tiên tiến lại tụt hậu rất xa so với mục tiêu được đặt ra.

Một phần là do việc sản xuất ra nhiên liệu sinh học tiên tiến rất phức tạp. Bên cạnh đó, mức giá vẫn tương đối thấp của dầu thôi khiến cho việc lý giải các khoản đầu tư lớn vào một giải pháp thay thế đắt hơn trở nên khó khăn hơn. Nhưng nguyên nhân lớn là các công ty có khả năng sản xuất các loại nhiên liệu sinh học này, cũng như các nhà đầu tư có thể sẽ hỗ trợ họ, đều không có bất kỳ sự chắc chắn nào về thị trường.

Bộ phận hành pháp của chính phủ Mỹ đã đoán trước sự thiếu hụt nguồn cung của nguồn cung của nhiên liệu sinh học tiên tiến, vì vậy họ tiếp tục hạ thấp mục tiêu. Vào năm 2017, mục tiêu đã giảm từ gần 21 tỉ lít xuống gần 1,2 tỉ lít. Và đôi khi mục tiêu mới được công bố chậm trễ đến nỗi các nhà sản xuất không biết họ có thể dựa vào doanh số hay không. Đó là một vòng luẩn quẩn: Chính phủ giảm hạn mức vì dự kiến sự thiếu hụt và sự thiếu hụt lại tiếp tục xảy ra vì chính phủ tiếp tục hạ hạn mức.

Bài học ở đây là các nhà hoạch định chính sách cần phải rõ ràng về mục tiêu mà họ đang cố gắng đạt được và hiểu được những công nghệ mà họ đang cố gắng thúc đẩy. Đặt ra mục tiêu cho nhiên liệu sinh học là một cách tốt để giảm lượng dầu thô mà nước Mỹ cần nhập khẩu, bởi vì chúng ta đã có sẵn một loại công nghệ có thể đáp ứng mục tiêu, chẳng hạn như ethanol. Chính sách có thể thúc đẩy sự đổi mới, phát triển thị trường và mở rộng quy mô. Nhưng đặt mục tiêu cho nhiên liệu sinh học không phải là cách quá hiệu quả để giảm lượng khí thải, bởi vì các nhà hoạch định chính sách chưa tính đến thực tế rằng các công nghệ phù hợp – như nhiên liệu sinh học tiên tiến – vẫn đang ở giai đoạn đầu và chưa đạt được sự chắc chắn mà thị trường cần để có thể giúp chúng phát triển.

Bây giờ hãy nhìn vào một trường hợp khi chính sách, công nghệ và thị trường hoạt động hiệu quả với nhau. Ngay từ những năm 1970, Nhật Bản, Mỹ và Liên minh châu Âu đã bắt đầu tài trợ cho các nghiên cứu ban đầu về cách thức tạo ra điện từ ánh sáng Mặt Trời. Cho đến đầu những năm 1990, năng lượng Mặt Trời đã được phát triển đến mức các công ty bắt đầu sản xuất tấm quang điện, nhưng điện Mặt Trời vẫn chưa được phổ biến.

Đức đã thúc đẩy thị trường bằng cách cung cấp các khoản vay lãi suất thấp để lắp đặt các tấm pin và chi trả cho giá bán điện năng (FiT) – một khoản thanh toán cố định của chính phủ cho mỗi đơn vị điện được tạo ra từ năng lượng tái tạo – cho bất kỳ ai tạo ra thừa điện Mặt Trời.[3] Sau đó, vào năm 2011, nước Mỹ đã sử dụng chính

sách bảo lãnh khoản vay để tài trợ cho năm hệ thống năng lượng Mặt Trời lớn nhất trong nước.[4] Trung Quốc là nước đóng vai trò quan trọng trong việc tìm ra những cách sáng suốt để khiến tấm quang điện rẻ hơn. Nhờ vào tất cả những đổi mới này, giá của điện Mặt Trời đã giảm 90% kể từ năm 2009.

Điện gió cũng là một ví dụ tốt. Trong thập niên qua, công suất điện gió đã tăng trung bình 20% mỗi năm và các tua-bin gió hiện cung cấp khoảng 5% lượng điện toàn cầu. Điện gió phát triển vì một lý do đơn giản: Nó ngày càng rẻ hơn. Trung Quốc, quốc gia chiếm một tỉ trọng lớn và ngày càng gia tăng trong sản lượng điện gió toàn cầu, cho biết họ sẽ sớm ngừng trợ cấp cho các dự án điện gió trên bờ vì lượng điện mà các dự án này sản xuất sẽ rẻ ngang với điện từ các nguồn thông thường.

Để hiểu được cách chúng ta đạt được những thành tựu này, hãy nhìn vào đất nước Đan Mạch. Giữa những chấn động của cuộc khủng hoảng dầu mỏ vào những năm 1970, chính phủ Đan Mạch đã ban hành một số chính sách nhằm thúc đẩy năng lượng gió và giảm thiểu việc nhập khẩu dầu thô. Bên cạnh những giải pháp khác, họ đã đầu tư rất nhiều tiền vào nghiên cứu và phát triển năng lượng tái tạo. Đó không phải là quốc gia duy nhất làm điều này (vào thời điểm ấy, nước Mỹ bắt đầu nghiên cứu các tua-bin gió quy mô lớn tại Ohio), nhưng người Đan Mạch đã làm một điều khác thường. Họ tiến hành song song hỗ trợ nghiên cứu và phát triển với cơ chế FiT, và sau đó là thuế carbon.

Đan Mạch dẫn đầu trong việc khiến giá thành điện gió phải chăng hơn. Trong ảnh là các tua-bin trên đảo Samsø.[5]

Khi các quốc gia như Tây Ban Nha bắt đầu làm theo, điện gió trở nên dễ tiếp cận hơn. Các công ty bắt đầu có động lực để phát triển các rotor lớn hơn và những cỗ máy có công suất cao hơn để mỗi tua-bin có thể tạo ra nhiều năng lượng hơn, và họ bắt đầu bán được nhiều đơn vị điện hơn. Theo thời gian, chi phí của một tua-bin gió đã giảm đáng kể. Và giá điện gió cũng vậy: Tại Đan Mạch, nó đã giảm một nửa kể từ năm 1987 đến năm 2001.

Ngày nay, một nửa lượng điện của Đan Mạch đến từ điện gió trên bờ và ngoài khơi. Đan Mạch cũng là nước xuất khẩu tua-bin gió lớn nhất trên thế giới.

Tôi muốn nói rõ hơn về việc này: Điểm mấu chốt của những câu chuyện trên không nằm ở chỗ năng lượng Mặt Trời và gió là giải pháp cho toàn bộ nhu cầu điện của chúng ta. (Chúng chỉ là hai phương án để đáp ứng một phần nhu cầu. Hãy xem Chương 4.)

Điểm cốt yếu ở đây là khi chúng ta tập trung vào cả ba khía cạnh cùng một lúc – công nghệ, chính sách và thị trường – chúng ta có thể khuyến khích sự đổi mới, khơi dậy các công ty mới và đưa sản phẩm mới vào thị trường nhanh chóng hơn.

Bất kỳ kế hoạch nào để ứng phó với biến đổi khí hậu đều yêu cầu chúng ta phải hiểu được ba yếu tố hoạt động cùng nhau ra sao. Trong chương tiếp theo, tôi sẽ đề xuất một phương án có thể làm được điều ấy.

Chương 11
Kế hoạch để đạt được con số 0

Khi tham dự hội thảo về khí hậu tại Paris vào năm 2015, tôi luôn phân vân một điều: Liệu chúng ta có thể thực sự làm được không?

Tôi đã được truyền cảm hứng khi nhìn thấy các lãnh đạo từ khắp nơi trên thế giới cùng nhau cam kết thực hiện các mục tiêu về khí hậu, và hầu hết các quốc gia đều cam kết cắt giảm lượng khí thải của mình. Nhưng khi các cuộc thăm dò liên tục chỉ ra rằng biến đổi khí hậu cũng chỉ tối đa được coi là một vấn đề rất nhỏ đối với chính trị, tôi lo ngại rằng chúng ta sẽ không bao giờ có đủ ý chí để thực hiện công việc khó khăn này.

Nhưng tôi cảm thấy mừng là sự quan tâm của công chúng đối với biến đổi khí hậu đã tăng lên nhiều hơn tôi nghĩ. Trong vài năm qua, cuộc thảo luận toàn cầu về biến đổi khí hậu đã có một bước ngoặt đáng kể theo chiều hướng tốt hơn. Sự quyết tâm về mặt chính trị đang tăng lên ở mọi cấp độ khi cử tri trên khắp thế giới yêu cầu hành động, đồng thời các thành phố và quốc gia cũng cam kết cắt giảm đáng kể lượng khí thải để thực hiện các mục tiêu cấp quốc gia.

Bây giờ chúng ta cần kết hợp những mục tiêu này với những kế hoạch hành động cụ thể – giống như những ngày đầu của Microsoft, Paul Allen và tôi đã có một mục tiêu ("một chiếc máy tính trên mọi bàn làm việc và trong mọi hộ gia đình") và đã dành cả thập niên tiếp theo để xây dựng và thực hiện một kế hoạch để hoàn thành nó. Mọi người nghĩ rằng chúng tôi thật điên rồ khi dám mơ ước lớn đến vậy, nhưng thách thức đó không là gì so với những gì chúng ta sẽ phải làm để đối phó với biến đổi khí hậu, một công việc hệ trọng có liên quan đến tất cả mọi người và các tổ chức trên toàn thế giới.

Chương 10 đã đề cập đến vai trò của các chính phủ trong việc đạt được mục tiêu. Trong chương này, tôi sẽ đề xuất một kế hoạch để tránh được thảm họa khí hậu, tập trung vào những bước cụ thể mà các lãnh đạo chính phủ và các nhà hoạch định chính sách có thể thực hiện. (Để biết thêm thông tin chi tiết về từng yếu tố sau đây, hãy truy cập breakthroughenergy.org.) Trong chương tiếp theo, tôi sẽ trình bày những gì mỗi người có thể làm ở mức độ cá nhân để hỗ trợ kế hoạch này.

Chúng ta cần đạt được con số 0 nhanh đến mức nào? Các nhà khoa học cho biết rằng để tránh khỏi một thảm họa khí hậu, các nước giàu phải đạt mức phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050. Bạn có thể đã nghe mọi người nói rằng chúng ta có thể loại bỏ carbon một cách triệt để vào năm 2030.

Đáng tiếc là với tất cả những lý do tôi đã nêu ra trong cuốn sách này, mốc 2030 có lẽ không quá thực tế. Xét đến mức độ thiết yếu của nhiên liệu hóa thạch trong cuộc sống của chúng ta, chúng ta về cơ bản là không có cách nào để ngừng sử dụng chúng trên quy mô lớn trong vòng một thập niên.

Những gì chúng ta có thể làm – và cần phải làm – trong mười năm tới là áp dụng các chính sách để đi trên con đường loại bỏ carbon triệt để vào năm 2050.

Có một sự khác biệt quan trọng, mặc dù nó không hiển nhiên cho lắm. "Giảm thiểu vào năm 2030" và "đạt được con số 0 vào năm 2050" nghe có vẻ bổ trợ cho nhau. Chẳng phải cột mốc năm 2030 nằm ngay trên con đường đạt mục tiêu vào năm 2050 sao?

Không nhất thiết là vậy. Việc giảm thiểu không đúng cách vào năm 2030 có thể khiến chúng ta không bao giờ đạt được con số 0.

Vì sao ư? Bởi vì những điều chúng ta sẽ làm để đạt được mức giảm thiểu vào năm 2030 sẽ hoàn toàn khác so với những gì chúng ta cần làm để đạt được con số 0 vào năm 2050. Chúng thực sự là hai con đường riêng biệt, với các phương thức khác nhau, và chúng ta phải đưa ra sự lựa chọn. Đặt mục tiêu vào năm 2030 là một điều tốt, nếu như nó là cột mốc quan trọng trên con đường đạt được con số 0 vào năm 2050.

Lý do là nếu chúng ta chỉ đặt mục tiêu giảm phần nào lượng khí thải vào năm 2030, chúng ta sẽ tập trung vào những nỗ lực để hoàn thành mục tiêu này – ngay cả khi những nỗ lực đó có thể gây cản trở, hoặc hủy hoại hoàn toàn đích đến cuối cùng là đạt được

con số 0.

Ví dụ, nếu "giảm thiểu vào năm 2030" là biện pháp duy nhất để thành công, thì việc thay thế các nhà máy nhiệt điện than bằng các nhà máy nhiệt điện khí sẽ rất hấp dẫn; xét cho cùng, điều đó sẽ làm giảm lượng khí thải carbon dioxit của chúng ta. Nhưng bất kỳ nhà máy nhiệt điện khí nào được xây dựng từ nay cho đến năm 2030 sẽ vẫn hoạt động vào năm 2050 – chúng phải chạy trong nhiều thập niên để bù đắp chi phí xây dựng – bên cạnh đó, chúng vẫn sẽ thải ra khí nhà kính. Chúng ta sẽ đạt được mục tiêu "giảm thiểu vào năm 2030" nhưng hi vọng đạt được con số 0 là vô cùng nhỏ.

Mặt khác, nếu mục tiêu "giảm thiểu vào năm 2030" của chúng ta là một cột mốc cho "tiến về con số 0 vào năm 2050", thì việc dành nhiều thời gian và tiền bạc để chuyển dịch từ than sang khí đốt là không có nhiều ý nghĩa. Thay vào đó, tốt nhất là chúng ta nên theo đuổi đồng thời hai chiến lược. Thứ nhất là dồn hết nỗ lực vào việc cung cấp điện không carbon với giá rẻ và ổn định. Thứ hai là điện khí hóa nhiều nhất có thể – từ phương tiện giao thông cho đến các quy trình công nghiệp và máy bơm nhiệt, bao gồm cả những nơi hiện còn dựa vào nhiên liệu hóa thạch để cung cấp điện.

Nếu chúng ta nghĩ rằng điều quan trọng duy nhất là giảm lượng khí thải vào năm 2030, thì cách tiếp cận này sẽ thất bại, vì nó chỉ mang lại mức giảm thiểu nhỏ trong vòng một thập niên. Nhưng chúng ta sẽ có những sự chuẩn bị cho thành công lâu dài. Với mỗi bước đột phá trong việc sản xuất, lưu trữ và cung cấp điện sạch, chúng ta sẽ tiến gần hơn đến con số 0.

Vì vậy, nếu bạn muốn có một thước đo để xem những quốc gia nào đang đạt được tiến bộ về biến đổi khí hậu và quốc gia nào chưa, đừng chỉ để ý đến những nước đang giảm lượng khí thải của họ. Hãy theo dõi những quốc gia đang chuẩn bị để đạt được con số 0. Lượng khí thải của họ có thể sẽ không thay đổi nhiều ở thời điểm hiện tại, nhưng họ xứng đáng được ghi nhận vì đã đi đúng hướng.

Tôi đồng ý với những người ủng hộ cho mục tiêu năm 2030 về một điều: Đây là một công việc cấp bách. Hiện nay, tình hình biến đổi khí hậu cũng giống với tình hình của đại dịch cách đây vài năm. Các chuyên gia y tế đã cảnh báo rằng một đợt bùng phát dịch bệnh là gần như không thể tránh khỏi. Bất chấp sự cảnh báo của họ, thế giới vẫn không chuẩn bị kịp và phải vội vàng đối phó

để bù lại thời gian đã mất. Chúng ta không nên lặp lại sai lầm này với biến đổi khí hậu. Chúng ta sẽ cần có những đột phá trước năm 2050, và với những gì chúng ta đã biết về thời gian cần thiết để phát triển và triển khai các nguồn năng lượng mới, chúng ta cần bắt đầu ngay bây giờ. Nếu bắt đầu ngay, khai thác sức mạnh của khoa học và sự đổi mới, đồng thời đảm bảo rằng các giải pháp sẽ có hiệu quả kể cả với những người nghèo nhất, chúng ta có thể tránh lặp lại những sai lầm giống như khi chuẩn bị cho đại dịch. Kế hoạch này sẽ đưa chúng ta đi đúng hướng.

SỰ ĐỔI MỚI VÀ QUY LUẬT CUNG CẦU

Như tôi đã bàn luận ngay từ đầu – và mong là ý tưởng này trở nên rõ ràng hơn sau từng chương – bất kỳ kế hoạch toàn diện nào để ứng phó với biến đổi khí hậu đều cần đến sự chung tay của nhiều lĩnh vực khác nhau. Khoa học khí hậu cho biết *tại sao* chúng ta phải đối phó với vấn đề này, nhưng không cho chúng ta biết cách để đối phó. Để làm được điều đó, chúng ta sẽ cần sự kết hợp của các lĩnh vực như sinh học, hóa học, vật lý, khoa học chính trị, kinh tế, kỹ thuật, và các ngành khoa học khác. Tuy nhiên, không phải ai cũng cần phải hiểu biết về tất cả các lĩnh vực. Khi tôi và Paul bắt đầu khởi nghiệp, chúng tôi cũng không biết gì nhiều về marketing, hợp tác với các doanh nghiệp hay làm việc với chính phủ. Điều mà Microsoft cần vào lúc đó – và cũng là những gì chúng ta cần ngay bây giờ để đối phó với biến đổi khí hậu – là một cách tiếp cận cho phép nhiều lĩnh vực khác nhau cùng phối hợp để đưa chúng ta đi đúng hướng.

Đối với năng lượng, phần mềm, cũng như bất kỳ lĩnh vực nào khác, sẽ là một sai lầm nếu chỉ nghĩ về sự đổi mới theo một cách cứng nhắc và đơn thuần công nghệ. Đổi mới không chỉ là việc phát minh ra một cỗ máy mới hay quy trình mới; nó còn là đưa ra các mô hình kinh doanh mới, các chuỗi cung ứng, thị trường và chính sách để đưa các phát minh mới đi vào cuộc sống và phát triển ra quy mô toàn cầu. Sự đổi mới bao gồm cả thiết bị mới và cách thức hoạt động mới.

Với những điều kiện đó, tôi chia các yếu tố khác nhau trong kế hoạch của mình vào hai danh mục. Các danh mục này sẽ khá quen thuộc nếu bạn đã được làm quen với kinh tế học cơ bản: Thứ nhất là mở rộng *nguồn cung* của sự đổi mới, hay số lượng ý tưởng mới được thử nghiệm; và thứ hai là thúc đẩy *nhu cầu* cho các đổi mới này. Hai điều này phối hợp chặt chẽ với nhau để thúc đẩy sự phát triển. Nếu không có nhu cầu, các nhà phát minh và các nhà hoạch định chính sách sẽ không có động lực để đưa ra các sáng kiến mới;

nếu không có nguồn cung ổn định của sự đổi mới, người mua sẽ không có các sản phẩm xanh cần thiết để đạt được con số 0.

Tôi biết điều này giống như lý thuyết lấy từ trường dạy kinh doanh, nhưng nó thật ra lại khá thực tế. Cách tiếp cận của Quỹ Gates trong việc giúp đỡ người nghèo được dựa trên ý tưởng rằng chúng ta cần thúc đẩy sự đổi mới, và đồng thời làm tăng nhu cầu đối với chúng. Và tại Microsoft, chúng tôi có một đội ngũ lớn chuyên tâm vào việc nghiên cứu, điều mà tôi vẫn cảm thấy tự hào cho đến bây giờ. Về cơ bản, công việc của họ là tăng cường nguồn cung của sự đổi mới. Chúng tôi cũng đã dành rất nhiều thời gian để lắng nghe khách hàng, những người cho chúng tôi biết họ muốn phần mềm làm được những gì; đây chính là sự đổi mới chú trọng vào nhu cầu, và nó đã mang lại những thông tin quan trọng giúp định hình nỗ lực nghiên cứu của chúng tôi.

MỞ RỘNG NGUỒN CUNG CỦA SỰ ĐỔI MỚI

Điều cần làm trong giai đoạn đầu tiên chính là một công việc điển hình mang tên nghiên cứu và phát triển, khi các nhà khoa học và kỹ sư hàng đầu sáng chế ra công nghệ mà chúng ta cần. Mặc dù hiện nay đã có một số giải pháp phát thải ít carbon với chi phí cạnh tranh, chúng ta vẫn chưa nắm trong tay tất cả những công nghệ cần thiết để đưa mức phát thải ròng trên toàn cầu về 0. Tôi đã đề cập đến những loại công nghệ quan trọng mà chúng ta cần từ Chương 4 đến Chương 9. Đây là danh sách để bạn có thể tham khảo lại (bạn có thể thêm các chữ "đủ rẻ cho các quốc gia có thu nhập trung bình" vào sau mỗi mục của danh sách này):

Các công nghệ cần thiết

Sản xuất hydro không phát thải carbon

Lưu trữ điện trên quy mô lớn với dung lượng đủ dùng trong một mùa

Nhiên liệu điện

Nhiên liệu sinh học tiên tiến

Xi măng không carbon

Thép không carbon

Thịt và chế phẩm từ sữa có nguồn gốc thực vật

Phân bón không carbon

Phản ứng phân hạch thế hệ tiếp theo

Phản ứng hợp hạch

Thu hồi carbon (thu khí trực tiếp và thu khí tại chỗ) Truyền tải điện sử dụng cáp ngầm

Nhựa không carbon

Nhựa sản xuất bằng điện địa nhiệt

Thủy điện tích năng

Lưu trữ nhiệt

Các giống cây lương thực chịu hạn và lũ

Các lựa chọn thay thế không carbon cho dầu cọ

Chất làm mát không chứa các loại khí nhà kính Flo hóa

Để những công nghệ này có thể nhanh chóng tạo ra sự khác biệt, các chính phủ cần thực hiện những việc sau:

Đầu tư gấp năm lần vào nghiên cứu và phát triển năng lượng sạch và các vấn đề về khí hậu trong thập niên tới. Đầu tư công trực tiếp vào nghiên cứu và phát triển là một trong những điều quan trọng nhất mà chúng ta có thể làm để chống lại biến đổi khí hậu, nhưng các chính phủ hiện vẫn chưa hành động đủ. Tổng cộng, tài trợ của các chính phủ cho nghiên cứu và phát triển năng lượng sạch là khoảng 22 tỉ đô-la mỗi năm, chỉ chiếm gần 0,02% nền kinh tế toàn cầu. Chi phí mua xăng của người Mỹ trong một tháng còn nhiều hơn con số đó. Nước Mỹ, nhà đầu tư lớn nhất vào nghiên cứu năng lượng sạch, chỉ chi khoảng bảy tỉ đô-la mỗi năm.

Vậy chúng ta nên chi bao nhiêu? Tôi nghĩ sẽ là hợp lý nếu chúng ta so sánh với Viện Y tế Quốc gia Mỹ. Với ngân sách khoảng 37 tỉ đô-la mỗi năm, viện này đã phát triển ra các loại thuốc và phương pháp chữa bệnh mà người Mỹ – và người dân trên toàn thế giới – tin dùng hằng ngày. Đó là một mô hình tuyệt vời và là một ví dụ về mục tiêu chúng ta cần đạt được để chống lại biến đổi khí hậu. Và mặc dù gấp năm lần ngân sách

cho nghiên cứu và phát triển nghe có vẻ rất nhiều, nhưng nó không là gì so với những thách thức mà chúng ta sẽ phải đối mặt – và nó cũng đồng thời là thước đo cho thấy chính phủ nhìn nhận vấn đề này nghiêm túc đến mức nào.

Đặt niềm tin vào các dự án nghiên cứu và phát triển mang rủi ro cao và lợi ích lớn. Vấn đề không chỉ là về số tiền các chính phủ bỏ ra. Việc đầu tư nó vào đâu cũng không kém phần quan trọng.

Các chính phủ đã từng bị chỉ trích khi đầu tư vào năng lượng sạch (bạn có thể tìm hiểu về "bê bối Solyndra"), và chắc chắn là các nhà hoạch định chính sách không muốn mình trông giống như những kẻ làm lãng phí tiền thuế của người dân. Nhưng nỗi sợ thất bại này lại khiến danh mục đầu tư vào nghiên cứu và phát triển trở nên thiếu tham vọng. Nó khiến cho chính phủ có xu hướng nghiêng về các khoản đầu tư an toàn hơn, trong khi sự an toàn đó có thể và nên được thực hiện bởi khu vực tư nhân. Giá trị thực sự của chính phủ trong nghiên cứu và phát triển là tạo cơ hội cho những ý tưởng táo bạo, mặc dù chúng có thể thất bại hoặc không thành công ngay lập tức. Điều này đặc biệt chính xác đối với các lĩnh vực khoa học vẫn còn quá nhiều rủi ro để khu vực tư nhân theo đuổi, vì những lý do mà tôi đã đề cập trong Chương 10.

Để thấy được điều gì sẽ xảy ra khi chính phủ đầu tư mạo hiểm theo cách hợp lý, hãy xem xét Dự án Bản đồ Gen Người. Được tạo ra với mục đích lập bản đồ bộ gen người hoàn chỉnh và công khai kết quả này với công chúng, đây là một dự án nghiên cứu mang tính đột phá, được dẫn dắt bởi Bộ Năng lượng Mỹ và Viện Y tế Quốc gia Mỹ, cùng các đối tác tại Anh, Pháp, Đức, Nhật Bản, và Trung Quốc. Dự án kéo dài 13 năm và tiêu tốn hàng tỉ đô-la, nhưng nó đã mở ra con đường dẫn đến những thử nghiệm hoặc phương pháp điều trị mới cho hàng chục bệnh di truyền, bao gồm ung thư ruột kết, Alzheimer hay ung thư vú.[1] Một nghiên cứu độc lập của Dự án Bản đồ Gen Người cho thấy mỗi đô-la được chính phủ liên bang đầu tư vào dự án này đã tạo ra 141 đô-la lợi nhuận cho nền kinh tế Mỹ.[2]

Tương tự, chúng ta cần các chính phủ cam kết tài trợ cho các dự án có quy mô siêu lớn (lên tới hàng trăm triệu hoặc hàng trăm tỉ đô-la) để có thể phát triển khoa học năng lượng sạch – đặc biệt là trong các lĩnh vực tôi đã liệt kê ở trên. Và họ cần cam kết tài trợ trong thời gian dài để các nhà nghiên cứu biết rằng nguồn tài trợ là ổn định trong nhiều năm tới.

Nghiên cứu và phát triển các giải pháp phù hợp với những nhu cầu cấp thiết nhất. Trên thực tế, tồn tại một khác biệt giữa các nghiên cứu táo bạo với mục đích khám phá các khái niệm khoa học mới (hay còn được gọi là nghiên cứu cơ bản) và những nỗ lực để khiến cho các khám phá khoa học trở nên hữu ích (hay còn gọi là nghiên cứu ứng dụng). Mặc dù chúng khác nhau, nhưng sẽ là một sai lầm khi suy nghĩ – như một số người theo chủ nghĩa thuần túy – rằng khoa học cơ bản không nên bị ảnh hưởng bởi việc biến phát minh trở thành một sản phẩm thương mại hữu ích. Những phát minh vĩ đại nhất đã xuất hiện khi các nhà khoa học bắt đầu nghiên cứu bằng một tư duy hướng đến mục đích sử dụng; ví dụ như công trình nghiên cứu của Louis Pasteur về vi sinh đã tạo ra vắc-xin và quá trình thanh trùng. Chúng ta cần nhiều hơn nữa các chương trình của chính phủ kết hợp nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng trong các lĩnh vực cần nhiều đột phá nhất.

Dự án SunShot của Bộ Năng lượng Mỹ là một ví dụ điển hình về cách thức hoạt động này. Vào năm 2011, các nhà lãnh đạo của chương trình đã đặt ra mục tiêu giảm chi phí của năng lượng Mặt Trời xuống còn 0,06 đô-la mỗi kilowatt giờ trong vòng một thập niên. Họ tập trung vào nghiên cứu và phát triển giai đoạn đầu, nhưng cũng đồng thời khuyến khích các công ty tư nhân, trường đại học và phòng thí nghiệm quốc gia tập trung vào các nỗ lực như giảm chi phí của hệ thống điện Mặt Trời, loại bỏ các rào cản thủ tục và khiến việc tài trợ cho hệ thống điện Mặt Trời cần ít tiền hơn. Nhờ cách tiếp cận tích hợp này, SunShot đã đạt được mục tiêu vào năm 2017, sớm hơn ba năm so với kế hoạch.

Phối hợp với các ngành công nghiệp ngay từ đầu. Một sự nhầm lẫn khác mà tôi từng gặp phải là ý tưởng cho rằng đổi mới ở giai đoạn ban đầu công việc của chính phủ và đổi mới ở giai đoạn sau là của các ngành công nghiệp. Thực tế không giống như vậy – đặc biệt là khi nói đến những thách thức kỹ thuật khó khăn mà chúng ta gặp phải trong lĩnh vực năng lượng, nơi thước đo thành công quan trọng nhất đối với bất kỳ ý tưởng nào là khả năng đạt đến quy mô quốc gia hoặc thậm chí toàn cầu. Quan hệ đối tác ở giai đoạn đầu sẽ thu hút được những người biết cách thực hiện điều đó. Chính phủ và ngành công nghiệp sẽ cần phải làm việc cùng nhau để vượt qua các rào cản và tăng tốc chu kỳ đổi mới. Các doanh nghiệp có thể giúp tạo ra bản nguyên mẫu cho những công nghệ mới, cung cấp thông tin chi tiết về thị trường và cùng đầu tư vào các dự

án. Và tất nhiên, họ là những người sẽ thương mại hóa công nghệ, vì vậy phối hợp với họ ngay từ đầu là một việc hợp lý.

THÚC ĐẨY NHU CẦU VỚI SỰ ĐỔI MỚI

Khía cạnh nhu cầu sẽ phức tạp hơn một chút so với nguồn cung. Nó bao gồm hai phần: giai đoạn chứng minh và giai đoạn nhân rộng.

Sau khi một sản phẩm đã được kiểm tra trong phòng thí nghiệm, nó cần được chứng minh trên thị trường. Trong giới công nghệ, giai đoạn chứng minh này diễn ra nhanh chóng và tốn ít chi phí; không mất nhiều thời gian để chứng minh một mẫu điện thoại thông minh mới có hoạt động và thu hút khách hàng không. Nhưng đối với ngành năng lượng, việc này khó khăn và tốn kém hơn rất nhiều.

Bạn cần phải kiểm tra xem ý tưởng trong phòng thí nghiệm có thực sự áp dụng được trong điều kiện thực tế hay không. (Ví dụ, chất thải nông nghiệp mà bạn muốn biến thành nhiên liệu sinh học có thể ẩm ướt hơn nhiều so với loại chất thải bạn sử dụng trong phòng thí nghiệm, và do đó không tạo ra nhiều năng lượng như mong muốn.) Bạn cũng cần phải làm giảm chi phí và rủi ro của việc triển khai ban đầu trên thực tế, phát triển chuỗi cung ứng, thử nghiệm mô hình kinh doanh và giúp người tiêu dùng làm quen với công nghệ mới. Các ý tưởng hiện đang trong giai đoạn thử nghiệm bao gồm xi măng carbon thấp, phân hạch hạt nhân thế hệ tiếp theo, thu hồi và lưu giữ carbon, điện gió ngoài khơi, cellulosic ethanol (một loại nhiên liệu sinh học tiên tiến) và các sản phẩm thay thế thịt.

Giai đoạn thử nghiệm là một quá trình gian nan, nơi nhiều ý tưởng tốt phải dừng bước. Thông thường, những rủi ro đi kèm với việc thử nghiệm sản phẩm mới và giới thiệu chúng trên thị trường là quá lớn. Điều này khiến cho các nhà đầu tư e ngại. Nó đặc biệt đúng với các công nghệ carbon thấp, vì chúng cần nhiều vốn để triển khai và yêu cầu người tiêu dùng thay đổi hành vi một cách đáng kể.

Các chính phủ (cũng như các công ty lớn) có thể giúp những công ty khởi nghiệp trong lĩnh vực năng lượng vượt qua được giai đoạn khó khăn này vì họ là những người tiêu dùng lớn. Nếu ưu tiên các sản phẩm xanh, họ sẽ giúp các sản phẩm đó được đưa ra thị trường nhiều hơn bằng cách tạo ra sự ổn định và làm giảm chi phí.

Tận dụng sức mạnh của việc mua sắm vật tư. Chính quyền ở mọi cấp – quốc gia, bang và địa phương – cần mua một lượng lớn nhiên liệu, xi măng và thép. Họ chế tạo và vận hành máy bay, xe tải và ô tô, đồng thời tiêu thụ hàng gigawatt điện. Điều này đặt họ vào vị trí hoàn hảo để thúc đẩy các công nghệ mới tiến sâu vào thị trường với chi phí tương đối thấp – đặc biệt nếu họ coi trọng lợi ích xã hội của việc mở rộng quy mô của những công nghệ này. Bộ Quốc phòng có thể cam kết thu mua một lượng nhiên liệu lỏng carbon thấp cho máy bay và tàu thủy. Chính quyền các nước có thể sử dụng xi măng và thép carbon thấp trong các dự án xây dựng. Các công ty cung cấp điện cũng có thể đầu tư vào việc lưu trữ năng lượng trong một khoảng thời gian dài.

Mọi quan chức đưa ra quyết định về mua sắm vật tư nên được khuyến khích tìm kiếm các sản phẩm xanh và hiểu biết về cách tính toán chi phí của các ảnh hưởng ngoại lai như tôi đã đề cập đến trong Chương 10.

Đây cũng không phải là một ý tưởng mới mẻ, mà chính là cách Internet phát triển trong thời gian đầu. Dĩ nhiên là nó được nhận tài trợ công cho quá trình nghiên cứu và phát triển, nhưng nó cũng đồng thời có một người sử dụng đã cam kết: Chính phủ Mỹ.

Tạo ra sự khuyến khích để làm giảm chi phí và rủi ro. Ngoài việc mua sắm, các chính phủ có thể khuyến khích khu vực tư nhân bảo vệ môi trường. Các khoản tín dụng thuế, bảo lãnh khoản vay và các công cụ khác có thể làm giảm Chi phí Xanh và thúc đẩy nhu cầu đối với những công nghệ mới. Vì nhiều sản phẩm trong số này sẽ còn có giá cao trong một thời gian khá dài, những người sử dụng tiềm năng sẽ cần được tiếp cận nguồn tài chính dài hạn, cũng như sự chắc chắn đến từ các chính sách nhất quán và ít thay đổi của chính phủ.

Các chính phủ có thể đóng vai trò quan trọng bằng cách áp dụng các chính sách không carbon và định hình phương thức mà qua đó thị trường thu hút dòng tiền cho các dự án này. Một vài nguyên tắc có thể được nêu ra: Các chính sách của chính phủ nên có tính *trung lập về mặt công nghệ* (mang lại lợi ích cho bất kỳ giải pháp nào làm giảm lượng khí thải, thay vì chỉ các giải pháp được ưa chuộng), *ít biến động* (không giống như những chính sách thường xuyên hết hiệu lực và được gia hạn trở lại như hiện nay), và *linh hoạt* (để nhiều công ty và nhà đầu tư có thể tận dụng, thay vì chỉ các công ty đóng các khoản thuế liên bang lớn)

Xây dựng cơ sở hạ tầng để đưa công nghệ mới ra thị trường.

Ngay cả các công nghệ ít carbon và có tính cạnh tranh về chi phí cũng sẽ không thể giành được thị phần nếu thiếu đi cơ sở hạ tầng phù hợp. Chính quyền các cấp cần chung tay vào việc xây dựng cơ sở hạ tầng phù hợp, bao gồm đường dây truyền tải điện gió và năng lượng Mặt Trời, trạm sạc cho xe điện và đường ống dẫn khí dành cho carbon dioxit và hydro được thu hồi.

Thay đổi quy tắc để các công nghệ mới có thể cạnh tranh. Sau khi cơ sở hạ tầng được xây dựng, chúng ta sẽ cần các quy tắc thị trường mới để tạo điều kiện cạnh tranh cho các công nghệ mới. Thị trường điện được thiết kế dựa trên các công nghệ của thế kỷ XX thường đặt các công nghệ của thế kỷ XXI vào thế bất lợi. Ví dụ, ở hầu hết thị trường, các công ty điện lực đầu tư vào việc lưu trữ lâu dài không được đền bù thích đáng cho giá trị mà họ đưa vào lưới điện. Các quy định khiến cho việc phổ biến nhiên liệu sinh học tiên tiến ở ô tô và xe tải trở nên khó khăn hơn. Và, như tôi đã đề cập trong Chương 10, một số loại bê tông carbon thấp không thể cạnh tranh nổi vì các quy định lỗi thời của chính phủ.

—

Trong chương này, tôi mới chỉ đề cập đến giai đoạn phát triển – trong đó các chính sách có thể thúc đẩy việc tạo ra và áp dụng các đột phá về năng lượng. Bây giờ, hãy chuyển sang giai đoạn nhân rộng – sự phát triển nhanh chóng trên quy mô lớn. Chúng ta chỉ có thể đạt được giai đoạn này khi chi phí đủ thấp, chuỗi cung ứng và mô hình kinh doanh đã phát triển tốt, và người tiêu dùng thể hiện rằng họ sẽ mua các sản phẩm này. Điện gió trên bờ, năng lượng Mặt Trời, và xe điện đều nằm trong giai đoạn nhân rộng.

Nhưng nhân rộng các sản phẩm này sẽ không dễ dàng. Chúng ta cần tăng hơn ba lần lượng điện chỉ trong vài thập niên, với phần lớn các nguồn điện mới đến từ gió, Mặt Trời và các dạng năng lượng sạch khác. Chúng ta cần phải làm quen với xe điện nhanh như khi máy sấy quần áo và TV màu mới xuất hiện trên thị trường. Chúng ta cần thay đổi cách sản xuất và chăn nuôi trong khi tiếp tục tạo ra những con đường, cây cầu và thực phẩm thiết yếu.

May thay, như tôi đã đề cập đến trong Chương 10, chúng ta đã quen với việc nhân rộng quy mô đối với công nghệ năng lượng. Chúng ta đã thúc đẩy quá trình điện khí hóa nông thôn và mở rộng sản xuất nhiên liệu hóa thạch nội địa bằng cách kết hợp chính sách và sự đổi mới. Bạn có thể coi một số chính sách – chẳng

hạn như khoản ưu đãi thuế dành cho các công ty dầu – như một dạng trợ cấp cho nhiên liệu hóa thạch, nhưng chúng thực chất chỉ là một công cụ để triển khai một loại công nghệ mà chúng ta cho là có giá trị. Hãy nhớ rằng cho đến cuối những năm 1970 – khi khái niệm biến đổi khí hậu lần đầu tiên xuất hiện trong cuộc tranh luận quốc gia – phần lớn mọi người vẫn đồng ý rằng cách tốt nhất để nâng cao chất lượng cuộc sống và phát triển kinh tế là mở rộng việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Giờ đây, chúng ta có thể áp dụng những bài học kinh nghiệm từ việc phát triển nhiên liệu hóa thạch có mục đích vào năng lượng sạch.

Nhưng điều đó có ý nghĩa như thế nào trong thực tế?

Định giá carbon. Cho dù là thuế carbon hay một hệ thống mua bán phát thải, trong đó các công ty có thể mua và bán quyền được phát thải carbon, thì định giá phát thải vẫn là một trong những việc quan trọng nhất mà chúng ta có thể làm để loại bỏ Chi phí Xanh.

Trong tương lai gần, giá carbon sẽ được tính vào nhiên liệu hóa thạch. Điều này báo hiệu cho thị trường biết rằng sẽ có thêm các chi phí đi kèm với những sản phẩm phát thải khí nhà kính. Việc sử dụng số tiền thu được từ cơ chế giá carbon sẽ không quan trọng bằng tín hiệu nó đem đến thị trường. Nhiều nhà kinh tế cho rằng số tiền này có thể được trả lại cho người tiêu dùng hoặc các doanh nghiệp để bù đắp cho việc tăng giá năng lượng, mặc dù cũng có một lập luận thuyết phục cho rằng nó nên được sử dụng cho việc nghiên cứu và phát triển hoặc các hình thức khuyến khích khác để giúp giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu.

Về lâu dài, khi chúng ta tiến gần đến mức phát thải ròng bằng 0, giá carbon có thể được đặt bằng với mức chi phí vận hành công nghệ thu khí trực tiếp và số tiền thu được có thể dùng để chi trả cho việc thu hồi carbon trong không khí.

Mặc dù đây sẽ là một sự chuyển dịch quan trọng trong cách chúng ta nghĩ về việc định giá sản phẩm, khái niệm định giá carbon đã nhận được sự ủng hộ rộng khắp từ các nhà kinh tế học thuộc nhiều trường phái tư tưởng hay quan điểm chính trị khác nhau. Việc thực hiện điều này một cách đúng đắn sẽ không hề dễ về cả mặt kỹ thuật và chính trị, cả ở nước Mỹ và trên toàn cầu. Liệu mọi người có sẵn sàng chi trả thêm rất nhiều tiền cho xăng cũng như mọi sản phẩm khác có liên quan đến phát thải khí nhà kính, với thực tế rằng hầu hết mọi thứ họ sử dụng trong cuộc sống đều như vậy? Tôi sẽ không đưa ra giải pháp cụ thể, nhưng mục tiêu cốt lõi

là đảm bảo mọi người đều trả chi phí thực sự cho lượng khí thải của họ.

Tiêu chuẩn điện sạch. Liên minh châu Âu và 29 bang thuộc nước Mỹ đã áp dụng một loại tiêu chuẩn hiệu suất được gọi là tiêu chuẩn danh mục đầu tư tái tạo. Tiêu chuẩn này yêu cầu các công ty điện lực phải sử dụng một tỉ lệ điện năng nhất định từ các nguồn tái tạo. Đây là những cơ chế linh hoạt, dựa trên cơ sở thị trường. Ví dụ, các công ty điện lực được tiếp cận với nhiều nguồn tài nguyên tái tạo hơn có thể bán hạn ngạch carbon cho những công ty có ít hơn. Nhưng có một vấn đề với cách làm này hiện nay: Nó giới hạn các công ty điện lực ở một vài dạng công nghệ ít phát thải carbon đã được kiểm chứng (gió, Mặt Trời, địa nhiệt, trong một số trường hợp còn có thủy điện) và loại trừ các lựa chọn khác như hạt nhân hay thu hồi carbon. Điều này làm tăng chi phí tổng thể của việc giảm thiểu lượng khí thải.

Các tiêu chuẩn về điện sạch – giải pháp ngày càng được nhiều bang áp dụng – là một hướng đi phù hợp hơn. Thay vì tập trung vào các nguồn năng lượng tái tạo, chúng cho phép tính bất kỳ loại công nghệ năng lượng sạch nào – bao gồm cả hạt nhân và thu hồi carbon – vào việc đáp ứng tiêu chuẩn. Đây là một cách tiếp cận linh hoạt và hiệu quả về chi phí.

Tiêu chuẩn nhiên liệu sạch. Ý tưởng về tiêu chuẩn hiệu suất linh hoạt cũng có thể được áp dụng cho các lĩnh vực khác để giảm thiểu lượng khí thải từ ô tô và các tòa nhà, cũng như các nhà máy điện. Ví dụ, tiêu chuẩn nhiên liệu sạch được áp dụng cho lĩnh vực giao thông vận tải sẽ đẩy nhanh việc triển khai xe điện, nhiên liệu sinh học tiên tiến, nhiên liệu điện và các giải pháp carbon thấp. Tương tự như tiêu chuẩn điện sạch, nó sẽ trung lập về công nghệ, và các tổ chức hợp pháp sẽ được phép giao dịch các khoản hạn ngạch carbon; cả hai phương cách này đều giúp giảm giá thành cho người tiêu dùng. California đã tạo ra một mô hình như vậy mang tên Tiêu chuẩn Nhiên liệu Carbon Thấp. Ở cấp độ quốc gia, nước Mỹ có cơ sở để thiết lập một chính sách như vậy, đó chính là Tiêu chuẩn Nhiên liệu Tái tạo. Đây một tiêu chuẩn có thể được cải tiến để giải quyết những hạn chế mà tôi đã đề cập trong Chương 10 và mở rộng để bao gồm cả các giải pháp carbon thấp khác (bao gồm điện và nhiên liệu điện). Nó có thể trở thành công cụ hữu hiệu trong việc giải quyết biến đổi khí hậu. Chỉ thị về Năng lượng Tái tạo của Liên minh châu Âu cũng mang lại cơ hội tương tự cho nơi đó.

Tiêu chuẩn sản phẩm sạch. Các tiêu chuẩn hiệu suất cũng có thể

giúp đẩy nhanh việc triển khai những phiên bản ít phát thải của xi măng, thép, nhựa và các sản phẩm nhiều carbon khác. Các chính phủ có thể bắt đầu quá trình này bằng cách thiết lập các tiêu chuẩn trong các quy trình mua sắm của họ, bên cạnh đó là yêu cầu dán nhãn trên sản phẩm để giúp người dùng nắm được thông tin về mức độ "sạch" của các nhà cung cấp. Sau đó, việc này có thể được mở rộng đến cả những hàng hóa phát thải nhiều carbon được bán trên thị trường, chứ không chỉ giới hạn ở những gì được các chính phủ mua. Hàng hóa nhập khẩu cũng cần đạt tiêu chuẩn, điều này sẽ giải quyết mối lo ngại của các quốc gia rằng việc giảm lượng khí thải trong các lĩnh vực sản xuất sẽ làm cho sản phẩm của họ đắt hơn và dẫn đến bất lợi trong cạnh tranh.

Loại bỏ những thứ lỗi thời. Ngoài việc đưa ra công nghệ mới càng nhanh càng tốt, các chính phủ sẽ cần cho ngừng hoạt động một cách nhanh nhất có thể đối với những thứ sử dụng nhiên liệu hóa thạch không hiệu quả, dù đó là nhà máy điện hay ô tô. Việc xây dựng các nhà máy điện tốn rất nhiều chi phí, và năng lượng do chúng tạo ra chỉ rẻ nếu chi phí xây dựng được phân bổ trong suốt thời gian nhà máy còn hoạt động. Do đó, các công ty điện và các cơ quan quản lý không muốn đóng cửa một nhà máy đang hoạt động hoàn toàn tốt và có thể có tiếp tục hoạt động trong nhiều thập niên nữa. Quá trình này có thể được thúc đẩy bằng những khuyến khích dựa trên chính sách, thông qua mã số thuế hoặc quản lý các công ty điện lực.

AI SẼ DẪN ĐẦU?

Không cơ quan chính phủ nào có thể một mình thực hiện toàn bộ kế hoạch mà tôi đã mô tả ở đây; đơn giản là bởi thẩm quyền vốn bị phân tán quá nhiều. Chúng ta sẽ cần hành động ở tất cả các cấp chính quyền, từ các nhà quy hoạch giao thông vận tải ở cấp địa phương đến các cơ quan lập pháp cấp quốc gia và các cơ quan quản lý môi trường.

Sự kết hợp cụ thể sẽ không giống nhau giữa các quốc gia, nhưng tôi sẽ đề cập đến một số nội dung bao quát và tương tự ở hầu hết mọi nơi.

Chính quyền địa phương đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định cách các công trình được xây dựng và loại năng lượng mà chúng sử dụng, liệu xe buýt và xe cảnh sát có chạy bằng điện hay không, có cơ sở hạ tầng cấp năng lượng cho xe điện hay không, và cách quản lý rác thải.

Hầu hết các chính quyền cấp tiểu bang hoặc tỉnh có vai trò trung tâm trong việc quản lý ngành điện, quy hoạch các cơ sở hạ tầng như cầu, đường, và lựa chọn vật liệu cho các dự án này.

Chính quyền cấp quốc gia có thẩm quyền đối với các hoạt động xuyên biên giới bang hoặc quốc tế, vì vậy họ có thể tạo ra các quy tắc để định hình thị trường điện, áp dụng quy định về ô nhiễm và tạo ra tiêu chuẩn cho các phương tiện và nhiên liệu. Họ cũng có khả năng mua sắm lớn, là nguồn chính của các ưu đãi tài chính, và thường đầu tư vào nghiên cứu và phát triển công nhiều hơn so với các cấp chính quyền khác.

Tóm lại, các chính quyền cấp quốc gia cần thực hiện ba điều:

Thứ nhất, đặt mục tiêu đạt được con số 0 – vào năm 2050 đối với các quốc gia phát triển, và sớm nhất có thể sau năm 2050 đối với các quốc gia đang phát triển.

Thứ hai, xây dựng kế hoạch cụ thể để đạt được các mục tiêu đó. Để đạt được con số 0 vào năm 2050, chúng ta cần các chính sách và cấu trúc thị trường đi vào hoạt động từ năm 2030.

Và thứ ba, bất kỳ quốc gia nào có khả năng tài trợ cho nghiên cứu cần phải đảm bảo rằng họ đang đi đúng hướng để làm cho năng lượng sạch trở nên rẻ – và giảm mức Chi phí Xanh – sao cho các quốc gia đang phát triển cũng có thể đạt được con số 0.

Để bạn có thể hình dung toàn bộ những yếu tố này sẽ phối hợp như thế nào, dưới đây là một cái nhìn về cách tiếp cận có sự tham gia của toàn bộ các cấp chính quyền ở nước Mỹ.

CHÍNH QUYỀN LIÊN BANG

Chính phủ Mỹ đã đóng góp nhiều nhất trong việc thúc đẩy những đổi mới về năng lượng. Họ là nhà tài trợ và cũng là bên triển khai lớn nhất trong lĩnh vực nghiên cứu và phát triển năng lượng, với 12 cơ quan liên bang khác nhau tham gia nghiên cứu (Bộ Năng lượng Mỹ chiếm tỉ trọng lớn nhất). Họ có tất cả các loại công cụ để quản lý định hướng và tiến độ của lĩnh vực này: các khoản tài trợ nghiên cứu, chương trình cho vay, ưu đãi thuế, cơ sở thí nghiệm, chương trình thí điểm, đối tác công tư…

Chính phủ liên bang cũng đóng vai trò trung tâm trong việc thúc đẩy nhu cầu với sản phẩm và chính sách vì môi trường. Họ hỗ trợ trong việc cấp vốn cho việc xây dựng cầu và đường của chính quyền tiểu bang và địa phương; quản lý cơ sở hạ tầng giữa các

bang như đường dây tải điện, đường ống và đường cao tốc; đồng thời giúp thiết lập các quy tắc cho thị trường điện và nhiên liệu giữa các bang. Chính phủ liên bang có khoản thu từ thuế lớn nhất, điều này nghĩa là những khoản ưu đãi tài chính liên bang sẽ là phương pháp hiệu quả nhất trong việc thúc đẩy sự thay đổi.

Khi nói đến việc mở rộng quy mô của công nghệ mới, chính phủ liên bang đóng vai trò lớn nhất. Họ điều chỉnh thương mại giữa các tiểu bang và có thẩm quyền chính đối với chính sách thương mại và đầu tư quốc tế. Điều này cho thấy nước Mỹ sẽ cần đến các chính sách liên bang để giảm bất kỳ nguồn phát thải xuyên ranh giới tiểu bang hoặc biên giới quốc tế. (Theo tờ *The Economist* – một trong những tạp chí yêu thích của tôi – lượng khí thải của Mỹ sẽ cao hơn khoảng 8% nếu tính đến toàn bộ các sản phẩm mà người Mỹ tiêu dùng nhưng được sản xuất ở nơi khác. Với nước Anh, mức tăng sẽ là khoảng 40%.) Mặc dù định giá carbon, tiêu chuẩn điện sạch, tiêu chuẩn nhiên liệu sạch và tiêu chuẩn sản phẩm sạch đều phải được thông qua ở cấp tiểu bang, nhưng chúng sẽ hiệu quả hơn nếu được thực hiện trên toàn quốc gia.

Trên thực tế, điều này có nghĩa là Quốc hội sẽ cần cung cấp nguồn tài trợ cho việc mua sắm của chính phủ, nghiên cứu và phát triển, phát triển cơ sở hạ tầng, đồng thời cần đưa ra, sửa đổi hoặc mở rộng các ưu đãi tài chính cho sản phẩm và chính sách vì môi trường.

Trong khi đó, đối với bộ phận hành pháp, Bộ Năng lượng Mỹ cũng cần thực hiện nghiên cứu nội bộ và tài trợ cho các công trình khác. Việc này sẽ đóng một vai trò quan trọng trong quá trình triển khai tiêu chuẩn điện sạch của liên bang. Cơ quan Bảo vệ Môi trường sẽ chịu trách nhiệm thiết kế và thực hiện tiêu chuẩn nhiên liệu sạch. Ủy ban Điều tiết Năng lượng Liên bang – với vai trò giám sát thị trường bán buôn điện, các dự án xây dựng đường dây truyền tải và đường ống giữa các bang – sẽ cần phải điều tiết các yếu tố trong kế hoạch có liên quan đến cơ sở hạ tầng và thị trường.

Có vô vàn công việc cần phải làm. Bộ Nông nghiệp thực hiện nhiệm vụ chính về sử dụng đất và khí thải nông nghiệp; Bộ Quốc phòng mua nhiên liệu và vật liệu tiên tiến có mức phát thải thấp; Quỹ Khoa học Quốc gia tài trợ cho nghiên cứu; Bộ Giao thông vận tải hỗ trợ kinh phí xây dựng cầu đường…

Vấn đề cuối cùng là chúng ta sẽ đầu tư như thế nào cho những công việc cần làm để đạt được con số 0. Không ai biết chính xác phải tốn bao nhiêu để đạt được mục tiêu này – điều đó còn phụ

thuộc vào sự thành công và tốc độ đổi mới, cũng như hiệu quả của việc triển khai – nhưng tôi chắc chắn rằng nó sẽ yêu cầu mức đầu tư rất lớn.

Nước Mỹ rất may mắn khi sở hữu thị trường lâu đời và sáng tạo, có khả năng tiếp thu những ý tưởng tuyệt vời, phát triển và triển khai chúng một cách nhanh chóng. Tôi đã đề xuất những cách mà chính phủ liên bang có thể giúp đưa thị trường đi đúng hướng và hợp tác với khu vực tư nhân theo những phương thức mới. Các quốc gia khác – chẳng hạn như Trung Quốc, Ấn Độ và nhiều quốc gia châu Âu – không có thị trường tư nhân mạnh như vậy, nhưng họ vẫn có thể tạo ra những khoản đầu tư công lớn cho biến đổi khí hậu. Và các ngân hàng đa phương, như Ngân hàng Thế giới và các ngân hàng phát triển tại châu Á, châu Phi và châu Âu, cũng đang tìm cách tham gia nhiều hơn.

Hai điều đã rõ ràng. Thứ nhất, số tiền đầu tư để đạt được con số 0 và thích ứng với những thiệt hại sắp xảy ra sẽ cần phải tăng lên đáng kể trong một thời gian dài. Đối với tôi, điều này có nghĩa là các chính phủ cũng như các ngân hàng đa phương sẽ cần phải tìm ra những phương thức tốt hơn để khai thác vốn từ khu vực tư nhân. Nguồn tiền của họ không đủ lớn để thực hiện việc này một mình.

Điều thứ hai, khung thời gian cho việc đầu tư bảo vệ khí hậu là lâu dài, và nó có tính rủi ro cao. Vì vậy, khu vực công nên sử dụng sức mạnh tài chính của mình để kéo dài thời gian đầu tư – phản ánh thực tế rằng lợi nhuận có thể không đến trong nhiều năm – và giảm thiểu rủi ro của những khoản đầu tư này. Sẽ rất khó để kết hợp nguồn tài trợ công và tư trên quy mô lớn như vậy, nhưng điều này là rất cần thiết.

Chúng ta cần những bộ óc tốt nhất trong lĩnh vực tài chính để giải quyết vấn đề này.

CHÍNH QUYỀN BANG

Ở Mỹ, nhiều bang đã dẫn đầu. Hai mươi tư bang và Puerto Rico đã tham gia vào Liên minh Khí hậu Mỹ, một liên minh lưỡng đảng cam kết đáp ứng các mục tiêu của Thỏa thuận Paris về giảm ít nhất 26% khí thải vào năm 2025. Mặc dù là chưa đủ để giảm lượng khí thải trên toàn quốc nhiều như nước Mỹ cần, nhưng điều này vẫn hơn là không làm gì. Các bang đóng một vai trò quan trọng trong việc chứng minh sự hiệu quả của chính sách và công nghệ tiên tiến – chẳng hạn như sử dụng các dự án tiện ích và xây

dựng đường để đưa các công nghệ tích trữ điện lâu dài và xi măng carbon thấp vào thị trường.

Các bang cũng có thể là nơi thử nghiệm chính sách định giá carbon, tiêu chuẩn điện sạch, và tiêu chuẩn nhiên liệu sạch trước khi chúng được áp dụng trên toàn quốc. Và các tiểu bang có thể phối hợp cùng nhau trong các liên minh khu vực, giống như cách California và các bang phía Tây đang xem xét việc kết nối mạng lưới điện của họ, hay một số bang ở Đông Bắc với chương trình mua bán phát thải để giúp giảm thiểu lượng phát thải. Liên minh Khí hậu Mỹ và các thành phố ủng hộ nó chiếm hơn 60% nền kinh tế Mỹ, điều này có nghĩa là họ nắm giữ tiềm năng vô cùng lớn trong việc tạo ra thị trường và chỉ ra phương thức để nhân rộng những ý tưởng mới.

Cơ quan lập pháp của các bang sẽ chịu trách nhiệm cho việc áp dụng hệ thống định giá carbon, tiêu chuẩn năng lượng sạch và tiêu chuẩn nhiên liệu sạch ở cấp bang. Họ cũng sẽ chỉ đạo các cơ quan cấp bang, công ty tiện ích và các ủy ban dịch vụ thay đổi chính sách mua sắm nhằm ưu tiên cho các công nghệ giảm phát thải tiên tiến.

Cơ quan cấp bang có trách nhiệm đáp ứng các mục tiêu được đặt ra bởi cơ quan lập pháp và thống đốc bang. Họ giám sát hiệu quả sử dụng năng lượng, chính sách xây dựng, quản lý chính sách và đầu tư của bang với ngành giao thông, thực thi các tiêu chuẩn về ô nhiễm, đồng thời quản lý lĩnh vực nông nghiệp và các mục đích sử dụng đất khác.

Trong trường hợp có người hỏi "Cơ quan nào ít được biết đến và không được đánh giá đủ cao trong việc phòng chống biến đổi khí hậu?" Câu trả lời hợp lý có lẽ là "ủy ban quản lý công ty tiện ích cấp bang" hoặc "ủy ban quản lý dịch vụ công cấp bang" (tên gọi này thay đổi tùy từng bang). Hầu như không có ai biết đến ủy ban quản lý công ty tiện ích hay ủy ban quản lý dịch vụ công cấp bang, nhưng họ thực chất đảm nhiệm rất nhiều quy định liên quan đến điện tại nước Mỹ. Ví dụ, họ phê duyệt kế hoạch đầu tư do các công ty điện lực đề xuất và xác định mức giá điện mà người tiêu dùng phải chi trả. Và vai trò của họ sẽ trở nên quan trọng hơn khi chúng ta bắt đầu sử dụng điện nhiều hơn để đáp ứng nhu cầu về năng lượng.

CHÍNH QUYỀN ĐỊA PHƯƠNG

Các thị trưởng trên khắp nước Mỹ và trên toàn thế giới đang cam

kết giảm lượng khí thải. Mười hai thành phố lớn của nước Mỹ đã đặt mục tiêu đạt mức phát thải carbon ròng bằng 0 vào năm 2050, và hơn 300 thành phố đã cam kết đáp ứng các mục tiêu của Thỏa thuận Paris.

Các thành phố tuy không có nhiều ảnh hưởng đến việc kiểm soát lượng khí thải như chính quyền liên bang và tiểu bang, nhưng họ vẫn có thể giúp ích. Ví dụ, mặc dù không thể tự đặt ra tiêu chuẩn về khí thải của phương tiện giao thông, họ có thể mua xe buýt điện, tài trợ để xây dựng thêm trạm sạc cho xe điện, sử dụng quy hoạch để giúp mọi người chỉ phải di chuyển ít hơn giữa nơi làm việc và nhà ở, đồng thời hạn chế việc sử dụng phương tiện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch. Họ cũng có thể thiết lập các chính sách xây dựng xanh, điện khí hóa hệ thống xe và đặt ra hướng dẫn mua sắm công và tiêu chuẩn về tính năng cho các tòa nhà thuộc sở hữu của thành phố.

Một số thành phố – chẳng hạn như Seattle, Nashville và Austin – sở hữu công ty điện lực địa phương, điều này cho phép họ giám sát xem liệu điện có được lấy từ nguồn sạch hay không. Các thành phố như vậy cũng có thể cho phép xây dựng thêm các dự án năng lượng sạch trong nội đô.

Hội đồng thành phố có thể thực hiện các hành động tương tự như các cơ quan lập pháp cấp bang và Quốc hội Mỹ, tài trợ cho các chính sách ưu tiên khí hậu và yêu cầu các cơ quan chính quyền địa phương hành động.

Các cơ quan địa phương giám sát các ưu tiên khác nhau trong chính sách giống như các cơ quan liên bang và tiểu bang. Các cơ quan xây dựng có vai trò thực thi các yêu cầu về tính hiệu quả; các cơ quan vận tải chuyển dịch sang sử dụng điện và tác động đến việc lựa chọn vật liệu cho các con đường và cây cầu; các cơ quan quản lý chất thải đảm nhiệm vận hành các hệ thống xe và có thể tác động đến lượng khí thải từ các bãi chôn lấp.

—

Hãy quay lại với cấp độ liên bang để làm rõ một ý cuối cùng: Các nước phát triển có thể giúp giải quyết vấn đề về những bên chỉ muốn hưởng thành quả miễn phí.

Không có cách nào để phủ nhận thực tế rằng việc đạt được con số 0 không phải là miễn phí. Chúng ta phải đầu tư nhiều hơn vào nghiên cứu, và chúng ta cần chính sách thúc đẩy thị trường

hướng đến sản phẩm năng lượng sạch vốn đang đắt hơn so với các sản phẩm phát thải khí nhà kính.

Nhưng việc áp đặt chi phí cao hơn từ ngay bây giờ để đổi lấy khí hậu tốt hơn trong tương lai là không hề dễ dàng. Chi phí Xanh khiến cho các quốc gia, đặc biệt là những nơi có thu nhập thấp và trung bình, ngần ngại trong việc cắt giảm lượng phát thải. Chúng ta có thể thấy các ví dụ này trên khắp thế giới – Canada, Philippines, Brazil, Úc, Pháp, và rất nhiều nước khác – khi người dân, bằng tiếng nói và lá phiếu của mình, thể hiện rõ rằng họ không muốn trả thêm tiền cho xăng, dầu sưởi và những mặt hàng thiết yếu khác.

Vấn đề không phải là người dân ở các nước này muốn khí hậu nóng lên. Vấn đề là họ lo lắng về chi phí của các giải pháp.

Vậy chúng ta phải giải quyết mong muốn hưởng thành quả miễn phí như thế nào?

Đặt ra các mục tiêu tham vọng và cam kết thực hiện chúng là một điều rất quan trọng, giống như cách mà các quốc gia trên thế giới đã thực hiện với Thỏa thuận Paris năm 2015. Các thỏa thuận quốc tế thường bị xem nhẹ, nhưng chúng là một phần thiết yếu của tiến trình: Nếu bạn cảm thấy biết ơn vì chúng ta đang có tầng ozone che chở, bạn nên cảm ơn một thỏa thuận quốc tế có tên là Nghị định thư Montreal.

Sau khi các mục tiêu này được đặt ra, những diễn đàn như COP 21 là nơi các quốc gia gặp gỡ để báo cáo về tiến trình của họ và chia sẻ những phương pháp có hiệu quả. Chúng đóng vai trò như một cơ chế để thúc đẩy các chính phủ thực hiện phần việc của mình. Khi các chính phủ trên thế giới đồng ý với nhau rằng việc giảm lượng khí thải là có giá trị, thì sẽ khó khăn hơn – mặc dù không phải là không thể, như chúng ta đã từng chứng kiến – để trở thành kẻ đứng ngoài cuộc và nói rằng: "Chúng tôi không quan tâm. Chúng tôi sẽ tiếp tục thải ra khí nhà kính."

Vậy còn những quốc gia từ chối hợp tác thì sao? Sẽ vô cùng khó khăn để bắt một quốc gia chịu trách nhiệm về một thứ như lượng khí thải carbon. Nhưng điều đó không phải là không thể. Ví dụ, các chính phủ áp dụng việc định giá carbon có thể tạo ra thuế điều chỉnh biên giới – điều này đảm bảo rằng mức giá carbon của một số sản phẩm được thanh toán, cho dù sản phẩm đó được sản xuất trong nước hay nước ngoài. (Nhưng họ cũng cần phải hỗ trợ cho các sản phẩm đến từ các quốc gia có thu nhập thấp, nơi sự ưu tiên

là thúc đẩy tăng trưởng kinh tế, chứ không phải giảm thiểu lượng khí thải carbon vốn đang ở mức thấp.)

Và ngay cả các quốc gia không áp dụng thuế carbon cũng có thể bày tỏ rõ ràng rằng họ sẽ không thực hiện các hiệp định thương mại và tham gia hợp tác đa phương với các quốc gia không ưu tiên giảm khí nhà kính hay áp dụng chính sách giảm thiểu khí nhà kính (với ngoại lệ là các quốc gia có thu nhập thấp). Về cơ bản, các chính phủ có thể nói với nhau rằng: "Nếu muốn hợp tác với chúng tôi, bạn sẽ phải phải xem xét vấn đề về biến đổi khí hậu một cách nghiêm túc."

—

Điều cuối cùng, và theo quan điểm của tôi là quan trọng nhất, đó là chúng ta phải hạ thấp Chi phí Xanh. Đó là cách duy nhất giúp các quốc gia có thu nhập trung bình và thấp có thể giảm được khí thải của họ và cuối cùng đạt được con số 0, và điều đó sẽ chỉ xảy ra khi vai trò dẫn đầu được thực hiện bởi các quốc gia phát triển – đặc biệt là Mỹ, Nhật Bản, và các quốc gia ở châu Âu. Vì xét cho cùng, những nước này là xuất phát điểm của phần lớn sự đổi mới trên thế giới.

Và một điều vô cùng quan trọng đó là *việc giảm mức Chi phí Xanh không phải là hoạt động từ thiện*. Các quốc gia như Mỹ không nên xem việc đầu tư vào nghiên cứu và phát triển năng lượng sạch như một ân huệ cho các quốc gia khác trên thế giới. Họ cũng nên xem đây là cơ hội để tạo ra những bước đột phá khoa học giúp khai sinh ra những ngành công nghiệp mới, việc làm mới và đồng thời làm giảm lượng khí thải.

Hãy nghĩ đến lợi ích thu được từ những nghiên cứu y học được đầu tư bởi Viện Y tế Quốc gia Mỹ. Cơ quan này đã công bố kết quả nghiên cứu của mình để lan tỏa lợi ích cho các nhà khoa học trên khắp thế giới, nhưng đồng thời, nguồn tài trợ của họ cũng đã giúp tăng cường năng lực cho các trường đại học tại nước Mỹ, nơi có mối liên kết với các công ty khởi nghiệp và các công ty lớn. Kết quả là một sản phẩm xuất khẩu của nước Mỹ – chuyên môn y tế tiên tiến – đã tạo ra rất nhiều công việc với mức lương cao tại nước nhà và cứu giúp nhiều sinh mạng trên toàn thế giới.

Lĩnh vực công nghệ cũng tương tự như vậy, nơi những khoản đầu tư ban đầu của Bộ Quốc phòng đã dẫn đến sự ra đời của Internet và các vi mạch đã mang lại cuộc cách mạng máy tính cá nhân.

Điều tương tự cũng có thể diễn ra với lĩnh vực năng lượng sạch. Có những thị trường trị giá hàng tỉ đô-la vẫn đang chờ đợi sự phát minh của các sản phẩm xanh có giá cả thấp, chẳng hạn như xi măng hay thép không carbon, hoặc nhiên liệu lỏng có phát thải ròng bằng 0. Như tôi đã cố gắng chỉ ra, việc tạo ra các đột phá này và nhân rộng chúng sẽ gặp nhiều khó khăn, nhưng các cơ hội lại rất lớn và đáng được đưa ra trước toàn thế giới. Rồi sẽ có người tạo ra những công nghệ này. Câu hỏi ở đây chỉ là ai và khi nào.

Có rất nhiều điều mà các cá nhân có thể làm, từ cấp địa phương cho đến cấp quốc gia, để đẩy nhanh quá trình này. Tôi sẽ đề cập đến vấn đề đó trong chương tiếp theo và cũng là chương cuối của cuốn sách này.

Chương 12
Mỗi người chúng ta có thể làm gì

Chúng ta dễ cảm thấy bất lực khi phải đối mặt với một vấn đề lớn như biến đổi khí hậu. Nhưng bạn không phải là không thể làm bất cứ gì.

Bạn không cần phải là một chính trị gia hay một nhà từ thiện để tạo ra sự khác biệt. Bạn có thể đóng góp với tư cách là một công dân, một người tiêu dùng, một nhân viên hay hoặc chủ lao động.

VỚI TƯ CÁCH LÀ MỘT CÔNG DÂN

Khi tự hỏi bản thân rằng mình có thể làm gì để hạn chế biến đổi khí hậu, sẽ là tự nhiên khi bạn nghĩ đến những việc như lái xe điện hoặc giảm ăn thịt. Tầm quan trọng của những hành động ở mức độ cá nhân này nằm ở những tín hiệu nó gửi đến thị trường – điều này sẽ được làm rõ hơn trong phần tiếp theo – còn phần lớn lượng khí thải lại đến từ các hệ thống lớn hơn đang vận hành đời sống hằng ngày.

Khi ai đó muốn nướng bánh mì để ăn sáng, chúng ta phải đảm bảo rằng có một hệ thống có thể cung cấp bánh mì, máy nướng bánh, và điện để chạy máy mà không làm phát sinh thêm khí nhà kính trong bầu khí quyển. Chúng ta sẽ chẳng thể giải quyết vấn đề khí hậu bằng cách bảo mọi người không ăn bánh mì nướng.

Nhưng việc triển khai hệ thống năng lượng mới này cần đến hành động chính trị nhất quán. Đó là lý do tại sao việc tham gia vào quá trình chính trị là bước quan trọng nhất mọi người có thể thực hiện để giúp phòng tránh thảm họa khí hậu.

Trong những buổi gặp mặt với các chính trị gia, tôi đã nhận thấy một điều hữu ích, đó là chúng ta cần nhớ rằng biến đổi khí hậu

không phải là vấn đề duy nhất mà họ phải đối mặt. Các nhà lãnh đạo cũng phải suy nghĩ về giáo dục, việc làm, y tế, chính sách đối ngoại và gần đây là COVID-19. Và họ nên như vậy: Tất cả những điều này đều cần được chú ý.

Nhưng các nhà hoạch định chính sách chỉ có thể giải quyết được một số vấn đề nhất định cùng một lúc. Họ quyết định những điều cần làm và cần được ưu tiên dựa trên những gì nghe được từ những cử tri.

Nói cách khác, các quan chức sẽ thông qua kế hoạch cụ thể để đối phó với biến đổi khí hậu khi cử tri của họ yêu cầu. Nhờ vào các nhà hoạt động xã hội trên toàn thế giới, chúng ta không cần phải đưa ra yêu cầu: Hàng triệu người đã và đang kêu gọi hành động. Tuy nhiên, điều chúng ta cần làm là biến những lời kêu gọi hành động này thành áp lực, để từ đó thúc đẩy các chính trị gia đưa ra những quyết định khó khăn và đánh đổi cần thiết để thực hiện lời hứa giảm phát thải của họ.

Dù nắm trong tay những nguồn lực nào đi chăng nữa, bạn luôn có thể sử dụng tiếng nói và phiếu bầu của mình để tạo ra sự thay đổi.

Gọi điện, viết thư, tham dự các buổi họp. Bạn có thể giúp cho các nhà lãnh đạo hiểu rằng những vấn đề lâu dài như biến đổi khí hậu cũng đáng được chú ý đến như việc làm, giáo dục hay y tế.

Điều này nghe có vẻ lỗi thời, nhưng viết thư hay gọi điện cho các quan chức do bạn bầu thực sự có thể tạo ra tác động. Các thượng nghị sĩ và các đại biểu thường xuyên nhận được báo cáo về những gì văn phòng của họ nhận được từ cử tri. Nhưng đừng chỉ nói: "Hãy làm gì đó với biến đổi khí hậu." Bạn cần biết lập trường của họ, đặt các câu hỏi, và thể hiện rõ rằng đây là vấn đề sẽ quyết định phiếu bầu của bạn. Hãy yêu cầu thêm kinh phí cho nghiên cứu và phát triển năng lượng sạch, cùng với đó là tiêu chuẩn năng lượng sạch, định giá carbon, hay bất kỳ chính sách nào khác trong Chương 11.

Chú ý đến các vấn đề ở cấp địa phương và quốc gia. Rất nhiều quyết định ở cấp bang và địa phương được đưa ra bởi các Thống đốc, Thị trưởng, cơ quan lập pháp cấp bang và hội đồng thành phố – tại những nơi đó, những tác động của cá nhân sẽ lớn hơn so với cấp liên bang. Ví dụ, tại nước Mỹ, ngành điện chủ yếu được kiểm soát bởi các ủy ban quản lý công ty tiện ích cấp bang, trong đó các ủy viên được bầu chỉ định. Bạn cần biết rõ đại biểu của mình là ai và giữ liên lạc với họ.

Tham gia tranh cử. Ứng cử vào Quốc hội là một thách thức vô cùng lớn. Nhưng bạn không cần phải bắt đầu từ đó. Bạn có thể ứng cử cho văn phòng cấp bang hoặc địa phương, nơi bạn có thể có nhiều tác động hơn. Chúng ta cần nhiều nhất có thể những sự dũng cảm, sáng tạo và thông thái về mặt chính sách trong cơ quan nhà nước.

VỚI TƯ CÁCH LÀ NGƯỜI TIÊU DÙNG

Thị trường được chi phối bởi cung và cầu, và với tư cách là người tiêu dùng, bạn có thể có tạo tác động rất lớn đến nhu cầu. Nếu tất cả mọi người cùng tạo ra những thay đổi cá nhân về những gì chúng ta mua và sử dụng, nó có thể có tác động rất lớn – miễn là chúng ta tập trung vào những thay đổi có ý nghĩa. Ví dụ, nếu có thể, bạn nên lắp đặt một bộ điều nhiệt thông minh để giảm mức tiêu thụ năng lượng khi nhà không có người. Bạn sẽ cắt giảm được hóa đơn tiền điện và lượng khí nhà kính mà bạn tạo ra.

Nhưng việc cắt giảm khí thải carbon không phải là điều có tác động lớn nhất mà bạn có thể làm. Bạn còn có thể gửi tín hiệu đến thị trường rằng mọi người muốn có những giải pháp thay thế không carbon và sẵn sàng trả tiền cho chúng. Khi bạn trả nhiều tiền hơn cho xe điện, máy bơm nhiệt, hoặc bánh burger làm từ thực vật, bạn đang gửi đi một thông điệp: "Thị trường dành cho những thứ này có tồn tại. Chúng tôi sẽ mua chúng." Và nếu như có đủ số người làm như vậy, các công ty sẽ đáp ứng – và theo kinh nghiệm của tôi, họ sẽ đáp ứng khá nhanh. Họ sẽ dành nhiều tiền và thời gian hơn để sản xuất các sản phẩm ít phát thải, điều này sẽ làm giảm giá thành của các sản phẩm đó, giúp làm tăng số người sử dụng. Nó cũng sẽ giúp các nhà đầu tư trở nên tự tin hơn khi tài trợ cho các công ty mới đang tạo ra những bước đột phá giúp chúng ta tiến đến con số 0.

Nếu không có các tín hiệu này, những đổi mới mà các chính phủ và doanh nghiệp đầu tư vào sẽ không được chú ý đến. Hoặc chúng có thể còn không được phát triển ngay từ đầu vì không có động lực kinh tế cho quá trình sản xuất.

Đây là một số bước cụ thể bạn có thể thực hiện:

Đăng ký chương trình xanh với công ty điện lực. Một số công ty cung cấp điện phép gia đình và doanh nghiệp trả thêm tiền để sử dụng điện từ các nguồn sạch. Tại 13 bang, các công ty tiện ích được yêu cầu phải cung cấp lựa chọn này. (Bạn có thể tìm hiểu liệu nơi mình sống có chương trình này không bằng cách xem bản đồ

của Chương trình Xanh của C2ES – Trung tâm Giải pháp cho Khí hậu và Năng lượng – tại địa chỉ www.c2es.org/document/green-pricing-programs.) Khách hàng trong các chương trình này sẽ sử dụng năng lượng tái tạo bằng cách trả thêm trung bình từ 1 đến 2 cent cho mỗi kilowatt giờ, tương đương với khoảng từ 9 đến 18 đô-la một tháng với một hộ gia đình thông thường ở Mỹ. Khi tham gia vào các chương trình này, bạn đang cho công ty điện biết rằng mình sẵn sàng trả thêm tiền để giải quyết vấn đề khí hậu. Đó là một tín hiệu quan trọng với thị trường.

Nhưng những điều không bao gồm trong các chương trình này là loại bỏ khí thải hoặc làm tăng tỉ trọng năng lượng tái tạo trong lưới điện. Chỉ các chính sách của chính phủ và sự tăng cường đầu tư mới có thể làm được điều đó.

Giảm lượng khí thải tại nhà. Tùy thuộc vào số tiền và thời gian bạn có, bạn có thể thay thế bóng đèn sợi đốt bằng đèn LED, lắp đặt một bộ điều nhiệt thông minh, thực hiện cách nhiệt cho cửa sổ, mua các thiết bị sử dụng điện hiệu quả, hoặc thay thế hệ thống sưởi và hệ thống làm mát bằng máy bơm nhiệt (miễn là khí hậu nơi bạn sống phù hợp để sử dụng thiết bị này). Nếu đang thuê nhà, bạn có thể thay đổi những thứ trong khả năng – chẳng hạn như bóng đèn – và khuyến khích chủ nhà cải thiện những phần còn lại. Nếu bạn đang xây dựng một ngôi nhà mới hoặc sửa chữa một ngôi nhà cũ, bạn có thể lựa chọn thép tái chế và xây nhà hiệu quả hơn bằng cách sử dụng tấm cách nhiệt, bê tông cách nhiệt, rào cản bức xạ cho gác xép hoặc mái nhà, lớp cách nhiệt phản chiếu, và cách nhiệt móng nhà.

Mua xe điện. Xe điện đã đạt được nhiều tiến bộ về mặt giá thành và hiệu suất. Mặc dù chúng có thể không phù hợp với tất cả mọi người (xe điện không phù hợp với các chuyến đi đường dài và việc sạc tại nhà không phải là thuận tiện với tất cả mọi người), nhưng giá thành của chúng đang trở nên hợp lý hơn với nhiều người tiêu dùng. Đây là một trong những khía cạnh mà hành vi của người tiêu dùng có thể có tác động rất lớn: Nếu mọi người mua nhiều, các công ty sẽ sản xuất nhiều.

Thử một chiếc burger làm từ thực vật. Tôi phải thừa nhận là burger làm từ thực vật không phải lúc nào cũng ngon, nhưng những sản phẩm chay thế hệ mới để thay thế thịt đang ngày càng tốt hơn, mang hương vị và kết cấu giống thịt hơn trước. Bạn có thể tìm thấy các sản phẩm này ở nhiều nhà hàng, cửa hàng tạp hóa và thậm chí cả các cửa hàng đồ ăn nhanh. Việc mua những sản phẩm này gửi đi một thông điệp rõ ràng tới các nhà sản xuất

rằng các chúng là một sự đầu tư khôn ngoan. Ngoài ra, ăn thực phẩm thay thế thịt (hoặc đơn giản là không ăn thịt) chỉ một hoặc hai lần một tuần cũng giúp cắt giảm đáng kể lượng khí thải mà bạn tạo ra.

VỚI TƯ CÁCH LÀ NHÂN VIÊN HOẶC CHỦ LAO ĐỘNG

Nếu bạn là một nhân viên hoặc cổ đông, bạn có thể thúc đẩy công ty của mình thực hiện trách nhiệm của họ trong vấn đề biến đổi khí hậu. Tất nhiên, các công ty lớn sẽ có tác động lớn nhất trong nhiều khía cạnh, nhưng các công ty nhỏ cũng có thể đóng góp được rất nhiều, đặc biệt nếu họ hợp tác với nhau thông qua các tổ chức như phòng thương mại địa phương.

Có những bước sẽ dễ thực hiện hơn. Nhưng những việc dễ dàng cũng vô cùng quan trọng – ví dụ, trồng cây để bù đắp lượng khí thải là một việc làm tốt về cả mặt chính trị lẫn môi trường. Nó thể hiện rằng công ty của bạn quan tâm đến biến đổi khí hậu.

Nhưng chỉ những điều đơn giản sẽ không giúp giải quyết vấn đề. Khu vực tư nhân sẽ cần phải thực hiện các bước khó khăn hơn.

Điều này có nghĩa là chấp nhận nhiều rủi ro hơn, chẳng hạn như tài trợ cho các dự án có thể sẽ thất bại, nhưng cũng có thể trở thành một bước đột phá về năng lượng sạch. Các cổ đông và thành viên trong hội đồng quản trị sẽ phải sẵn sàng gánh chịu rủi ro này và làm rõ với các giám đốc điều hành rằng họ sẽ ủng hộ các khoản đầu tư thông minh ngay cả khi chúng không thành công. Các nhà lãnh đạo doanh nghiệp và tổ chức của họ cần được khen thưởng vì dám đặt cược vào những điều có thể giúp tiến bước trong việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu.

Các công ty cũng có thể hợp tác với nhau để xác định và cố gắng giải quyết những thách thức khí hậu lớn nhất. Điều đó có nghĩa là tìm xem mức Chi phí Xanh nào đang lớn nhất và làm giảm nó xuống. Nếu những bên mua hàng lớn nhất thế giới của khu vực tư nhân, chẳng hạn đối với sản phẩm thép và xi măng, cùng tập hợp và đưa ra nhu cầu về vật liệu thân thiện hơn với môi trường – đồng thời cam kết đầu tư vào cơ sở hạ tầng cần thiết để sản xuất chúng – thì quá trình nghiên cứu sẽ được thúc đẩy và thị trường sẽ được chuyển dịch theo đúng hướng.

Cuối cùng, khu vực tư nhân có thể ủng hộ việc thực hiện những lựa chọn khó khăn – ví dụ, bằng cách đồng ý sử dụng nguồn lực của mình để phát triển thị trường, cũng như yêu cầu chính phủ

thiết lập các khung quy định để tạo điều kiện cho sự thành công của các công nghệ mới. Các nhà lãnh đạo có đang tập trung vào các nguồn phát thải lớn nhất và các thách thức kỹ thuật khó khăn nhất không? Họ có đang thảo luận về việc lưu trữ năng lượng trên quy mô lớn, nhiên liệu điện, phản ứng hợp hạch, thu hồi carbon, sản xuất xi măng và thép không carbon? Nếu câu trả lời là không, vậy họ sẽ không giúp chúng ta tiến đến trên con đường hướng tới mục tiêu phát thải bằng 0 vào năm 2050.

Dưới đây là một số bước cụ thể khu vực tư nhân có thể thực hiện:

Thiết lập thuế carbon nội bộ. Một số công ty lớn hiện đã áp dụng thuế carbon đối với từng bộ phận của họ. Các công ty này không hề hứa suông trong việc giảm phát thải. Họ đang giúp đưa các sản phẩm từ phòng thí nghiệm đến với thị trường, bởi vì số tiền thu được từ thuế nội bộ có thể chuyển trực tiếp cho các hoạt động giảm Chi phí Xanh và tạo ra thị trường cho các sản phẩm năng lượng sạch mà các công ty này sẽ cần đến. Các nhân viên, nhà đầu tư và khách hàng có thể ủng hộ cách tiếp cận này và bảo vệ cho những người chịu trách nhiệm thực hiện nó.

Ưu tiên đổi mới đối với các giải pháp phát thải ít carbon. Đầu tư vào những ý tưởng mới từng là niềm tự hào của hầu hết các doanh nghiệp, nhưng đáng tiếc là những năm tháng huy hoàng của nghiên cứu và phát triển đã không còn. Ngày nay, các công ty trong ngành hàng không, nguyên vật liệu, và năng lượng chi trung bình chưa đến 5% doanh thu của họ cho nghiên cứu và phát triển. (Các công ty phần mềm chi hơn 15%.) Họ nên đưa nghiên cứu và phát triển trở lại vị trí ưu tiên, đặc biệt là đối với các cải tiến phát thải ít carbon vốn cần đến sự ưu tiên dài hạn. Các công ty lớn hơn có thể hợp tác với các nhà nghiên cứu của chính phủ để kết hợp kinh nghiệm thương mại thực tế với các nỗ lực nghiên cứu.

Trở thành nhóm khách hàng thích nghi nhanh. Tương tự như chính phủ, các công ty có thể tận dụng việc họ mua nhiều sản phẩm để tăng tốc việc áp dụng công nghệ mới. Ngoài ra, các công ty cũng có thể sử dụng xe điện cho các hệ thống phương tiện của họ, mua các vật liệu ít carbon để xây dựng hoặc chỉnh sửa các công trình và cam kết sử dụng một lượng điện sạch nhất định. Nhiều công ty trên khắp thế giới hiện đã cam kết sử dụng năng lượng tái tạo cho phần lớn hoạt động của họ, bao gồm Microsoft, Google, Amazon, và Disney. Công ty vận chuyển Maersk khẳng định rằng sẽ đưa mức phát thải ròng của họ về 0 vào năm 2050.

Ngay cả khi việc đáp ứng những cam kết này là khó khăn, chúng vẫn gửi những tín hiệu quan trọng tới thị trường về giá trị của việc phát triển các giải pháp không carbon. Các nhà phát minh có thể thấy được nhu cầu và nhận ra rằng thị trường đang sẵn sàng tiêu thụ sản phẩm của họ.

Tham gia vào quá trình hoạch định chính sách. Các công ty không nên lo ngại việc phối hợp với chính phủ, cũng như chính phủ không nên ngần ngại làm việc với các công ty. Các doanh nghiệp nên ủng hộ việc đạt được con số 0, tài trợ cho việc nghiên cứu và phát triển trong các lĩnh vực khoa học cơ bản và khoa học ứng dụng có thể giúp chúng ta đạt mục đích. Điều này là đặc biệt quan trọng khi xét đến sự suy giảm đáng kể trong nghiên cứu và phát triển của các doanh nghiệp trong vài thập niên qua.

Hợp tác trong nghiên cứu được chính phủ tài trợ. Các doanh nghiệp nên tư vấn cho các chương trình đầu tư và phát triển của chính phủ, để các nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng có thể tập trung vào những ý tưởng có khả năng cao trở thành sản phẩm. (Không ai có kiến thức về khả năng thành công của một sản phẩm tốt hơn các doanh nghiệp vốn đang hằng ngày phát triển và tiếp thị sản phẩm.) Tham gia vào các ban cố vấn và quá trình lên kế hoạch hành động là những phương pháp chi phí thấp để chia sẻ thông tin với các chương trình nghiên cứu và phát triển của chính phủ.

Các công ty có thể giúp tài trợ cho quá trình nghiên cứu và phát triển thông qua các thỏa thuận chia sẻ chi phí và các dự án hợp tác nghiên cứu – loại hình công-tư này đã mang lại những công nghệ như tua-bin khí và động cơ diesel tiên tiến.

Giúp các nhà phát minh vượt qua giai đoạn thách thức ban đầu. Nhiều nhà nghiên cứu không thể biến những ý tưởng hay sản phẩm đầy triển vọng của họ thành những mặt hàng thật sự. Nguyên nhân là do có quá nhiều rủi ro hoặc quá tốn kém. Các doanh nghiệp vững chắc có thể hỗ trợ bằng cách cho phép sử dụng cơ sở thử nghiệm và cung cấp dữ liệu, chẳng hạn như số liệu về chi phí. Nếu muốn đóng góp nhiều hơn, họ có thể cung cấp các chương trình kết nối và đào tạo dành cho các doanh nhân, đầu tư vào công nghệ mới, tạo ra các bộ phận kinh doanh tập trung vào các công nghệ carbon thấp, cũng như tài trợ cho các dự án ít phát thải mới.

SUY NGHĨ CUỐI CÙNG

Thật đáng tiếc là các cuộc trao đổi về biến đổi khí hậu giờ đây bị phân cực một cách không cần thiết, chưa kể đến các thông tin trái chiều và những câu chuyện gây nhầm lẫn. Chúng ta cần có những cuộc thảo luận mang tính xây dựng và sâu sắc hơn, và quan trọng hơn cả là tập trung hơn vào những kế hoạch thực tế và cụ thể để đạt được con số 0.

Tôi ước rằng tồn tại một phát minh kỳ diệu nào đó có thể giúp các cuộc thảo luận đi theo hướng hiệu quả hơn. Dĩ nhiên, không hề có thiết bị nào như vậy cả. Điều này phụ thuộc vào mỗi cá nhân chúng ta.

Hi vọng của tôi là chúng ta có thể chuyển hướng cuộc trao đổi bằng cách chia sẻ thông tin chính xác với mọi người – những thành viên trong gia đình, bạn bè và các nhà lãnh đạo. Và không chỉ là những thông tin cho thấy chúng ta cần phải hành động, mà còn cả những thông tin cho biết những hành động nào sẽ là hiệu quả nhất. Một trong những mục tiêu chính của tôi khi viết cuốn sách này chính là khơi nguồn cho những cuộc trao đổi như vậy.

Tôi cũng hi vọng rằng chúng ta có thể đoàn kết nhờ những kế hoạch có khả năng hàn gắn sự chia rẽ về mặt chính trị. Như tôi đã chứng minh, ý tưởng không hề ngây thơ. Chưa từng ai chiếm lĩnh thị trường với các giải pháp hiệu quả cho việc chống lại biến đổi khí hậu. Cho dù bạn tin tưởng vào khu vực tư nhân, hay sự can thiệp của chính phủ, hay các chiến dịch vận động, hoặc một sự kết hợp của các yếu tố này, bạn sẽ tìm thấy một một ý tưởng thiết thực để ủng hộ. Bạn có thể cảm thấy mình cần lên tiếng với những ý tưởng mà mình không ủng hộ; điều này hoàn toàn dễ hiểu. Nhưng tôi mong là bạn sẽ dành nhiều thời gian và sức lực để ủng hộ cho điều bạn tin tưởng, hơn là phản đối lại những gì bạn không tin.

Với mối đe dọa của biến đổi khí hậu, quả thật rất khó khăn để cảm thấy tích cực về tương lai. Nhưng như người bạn quá cố Hans Rosling của tôi, một nhà giáo dục và một người ủng hộ cho sức khỏe toàn cầu, đã viết trong cuốn sách tuyệt vời mang tên *Sự thật về thế giới:* "Khi có một thế giới quan dựa trên sự thật, chúng ta sẽ thấy rằng thế giới này không hề tệ như mình vẫn hằng tưởng – và chúng ta sẽ nhận ra mình phải làm gì để giúp cho nó trở nên tốt đẹp hơn."

Khi có cái nhìn dựa trên sự thật về biến đổi khí hậu, chúng ta có thể thấy rằng mình đang nắm trong tay một số thứ cần thiết để tránh khỏi một thảm họa khí hậu, nhưng chúng ta không hề có

toàn bộ.[1]

Chúng ta có thể nhận thấy các rào cản trong việc triển khai các giải pháp hiện có và phát triển những đột phá cần thiết. Và chúng ta có thể nhận ra tất cả những gì cần làm để vượt qua các rào cản đó.

Tôi là một người lạc quan, vì tôi biết công nghệ và *con người* có thể làm được những gì. Tôi thực sự được truyền cảm hứng từ nhiệt huyết mà tôi được chứng kiến trong việc giải quyết vấn đề này, đặc biệt là từ những người trẻ. Nếu chúng ta tập trung vào mục tiêu lớn – đạt được con số 0 – và lập ra những kế hoạch nghiêm túc để đạt được mục tiêu đó, chúng ta có thể tránh được thảm họa. Chúng ta có thể bảo tồn khí hậu sao cho tất cả mọi người đều có thể thích nghi, giúp cho hàng trăm triệu người nghèo sống tốt nhất có thể, và gìn giữ hành tinh này cho các thế hệ tiếp theo.

Lời bạt
Biến đổi khí hậu và Covid-19

Tôi hoàn thành cuốn sách này vào thời điểm cuối cùng của một năm nhiều biến động nhất tôi từng biết. Khi tôi viết những dòng này vào tháng 11 năm 2020, COVID-19 đã giết chết hơn 1,4 triệu người trên toàn thế giới và đang bắt đầu gây ra làn sóng mắc bệnh và tử vong tiếp theo. Đại dịch này đã thay đổi cách chúng ta sống, làm việc và giao tiếp.

Đồng thời, năm 2020 cũng mang lại những lý do mới để lạc quan về biến đổi khí hậu. Với việc Joe Biden được bầu làm tổng thống, nước Mỹ đã sẵn sàng để quay trở lại vai trò dẫn đầu trong vấn đề này. Trung Quốc đã cam kết thực hiện mục tiêu đầy tham vọng là sẽ đạt được lượng phát thải carbon ròng bằng 0 vào năm 2060. Vào năm 2021, Liên Hợp Quốc sẽ có một hội nghị thượng đỉnh lớn khác tại Scotland về biến đổi khí hậu. Tất nhiên, những điều này không đảm bảo là chúng ta sẽ đạt được tiến bộ, nhưng những cơ hội vẫn luôn ở đó.

Tôi dự kiến sẽ dành nhiều thời gian trong năm 2021 để trò chuyện với các nhà lãnh đạo trên toàn thế giới về cả biến đổi khí hậu và COVID-19. Tôi sẽ làm rõ vấn đề rằng nhiều bài học từ việc đối phó với đại dịch – cũng như các giá trị và nguyên tắc trong cách tiếp cận của chúng ta đối với đại dịch – có thể được áp dụng cho biến đổi khí hậu. Mặc dù sẽ là lặp lại những gì đã được viết trong cuốn sách này, nhưng tôi vẫn sẽ tóm lược chúng một lần nữa.

Thứ nhất, chúng ta cần sự hợp tác quốc tế. Cách nói "chúng ta phải hợp tác với nhau" thường rất dễ bị cho là sáo rỗng, nhưng nó không hề sai. Khi các chính phủ, các nhà nghiên cứu và các công ty dược phẩm làm việc cùng nhau để đối phó với COVID-19, thế

giới đã đạt được những tiến bộ đáng kể – ví dụ, phát triển và thử nghiệm vắc- xin trong một thời gian nhanh kỷ lục. Và khi chúng ta không chịu học hỏi, mà thay vào đó là hạ thấp lẫn nhau, hoặc từ chối chấp nhận rằng đeo khẩu trang và cách ly xã hội là cách hiệu quả để làm chậm sự lây lan của virus, chúng ta sẽ tự kéo dài sự khổ sở.

Điều này cũng đúng với biến đổi khí hậu. Nếu như các quốc gia phát triển chỉ lo giảm lượng khí thải của riêng họ và không nỗ lực biến các công nghệ sạch trở nên thiết thực hơn với mọi người, chúng ta sẽ không bao giờ đạt được con số 0. Xét theo khía cạnh này, việc giúp đỡ người khác không chỉ thể hiện lòng vị tha, mà còn là để giúp chính mình. Tất cả chúng ta đều có lý do để đạt được con số 0 và giúp đỡ những người khác làm được điều đó. Nhiệt độ tại Texas sẽ không ngừng tăng nếu như phát thải không giảm tại Ấn Độ.

Thứ hai, chúng ta phải để khoa học – thực chất là nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau – dẫn dắt các nỗ lực của chúng ta. Trong trường hợp của COVID-19, chúng ta phải dựa vào ngành sinh học, virus học và dược học, cũng như kinh tế và khoa học chính trị – xét cho cùng, xác định việc phân phối vắc-xin như thế nào về bản chất là một hành động mang tính chính trị. Và cũng như khi dịch tễ học cho chúng ta biết về những rủi ro của COVID-19, nhưng không cho biết cách ngăn chặn nó, khoa học khí hậu cho chúng ta biết tại sao phải thay đổi, nhưng không chỉ ra cách làm. Để làm được điều đó, chúng ta sẽ phải dựa vào các ngành kỹ thuật, vật lý, khoa học môi trường, kinh tế và nhiều hơn thế nữa.

Thứ ba, các giải pháp của chúng ta cần đáp ứng được nhu cầu của những người bị ảnh hưởng nặng nề nhất. Với COVID-19, những người phải chịu đựng nhiều nhất là những người có ít lựa chọn nhất – chẳng hạn như làm việc tại nhà hoặc dành thời gian để chăm sóc cho bản thân hoặc người thân của họ. Và hầu hết trong số đó là người da màu và những người có thu nhập thấp.

Tại nước Mỹ, người da đen và người Latin có khả năng nhiễm và tử vong do virus corona cao vượt trội.[1] Học sinh da đen và Latin cũng ít có khả năng được học trực tuyến hơn so với các học sinh da trắng. Trong số những người được hưởng Medicare, tỉ lệ tử vong do COVID-19 cao hơn gấp bốn lần đối với những người nghèo.[2] Việc thu hẹp những khoảng cách này sẽ là yếu tố quan trọng trong việc kiểm soát virus tại nước Mỹ.

Trên toàn cầu, COVID-19 đã phá hủy nhiều thập niên nỗ lực đẩy

lùi nghèo đói và bệnh tật. Khi các chính phủ chuyển sang đối phó với đại dịch, họ phải chuyển nhân lực và tiền bạc sang các ưu tiên khác, bao gồm cả các chương trình tiêm chủng. Một nghiên cứu của Viện Đo lường và Đánh giá Sức khỏe chỉ ra rằng, vào năm 2020, tỉ lệ tiêm chủng đã giảm xuống mức ngang bằng với năm 1990.[3] Chúng ta đã mất đi 25 năm tiến độ trong khoảng 25 tuần.

Các quốc gia giàu vốn đã đóng góp rất nhiều cho y tế toàn cầu nay sẽ cần phải đóng góp nhiều hơn nữa để bù đắp lại sự mất mát này. Càng nhiều khoản đầu tư được đưa vào hệ thống y tế, chúng ta càng sẵn sàng đối phó với đại dịch tiếp theo.

Tương tự, chúng ta cần lập kế hoạch cho quá trình chuyển dịch công bằng để hướng tới một tương lai không phát thải. Như tôi đã chứng minh trong Chương 9, người dân ở các nước chưa phát triển cần được giúp đỡ để thích nghi với một thế giới đang nóng lên. Và các nước giàu hơn sẽ phải chấp nhận rằng quá trình chuyển dịch năng lượng sẽ gây xáo trộn cho các cộng đồng có sinh kế dựa vào hệ thống năng lượng hiện nay: những nơi mà khai thác than là ngành công nghiệp chính, những nơi sản xuất xi măng, luyện thép và sản xuất xe hơi. Bên cạnh đó là những người có việc làm phụ thuộc gián tiếp vào các ngành công nghiệp này – khi có ít than và nhiên liệu được vận chuyển, sẽ có ít việc làm hơn cho các tài xế xe tải và công nhân đường sắt. Một bộ phận đáng kể kinh tế của tầng lớp lao động sẽ bị ảnh hưởng, và chúng ta cần có một kế hoạch chuyển dịch cho các cộng đồng này.

Cuối cùng, chúng ta có thể vừa giải cứu các nền kinh tế khỏi thảm họa COVID-19 vừa khơi dậy sự đổi mới để ngăn chặn thảm họa khí hậu. Bằng cách đầu tư vào nghiên cứu và phát triển năng lượng sạch, các chính phủ có thể thúc đẩy những sự phục hồi kinh tế có khả năng đồng thời giúp làm giảm lượng khí thải. Mặc dù đúng là chi tiêu cho nghiên cứu và phát triển có tác động về mặt lâu dài, nhưng nó cũng đem đến một sự tác động tức thời: Số tiền này tạo ra việc làm một cách nhanh chóng. Vào năm 2018, đầu tư của Chính phủ Mỹ vào nghiên cứu và phát triển trong tất cả các lĩnh vực đã trực tiếp và gián tiếp hỗ trợ hơn 1,6 triệu việc làm, tạo ra thu nhập 126 tỉ đô-la cho người lao động và 39 tỉ đô-la tiền thuế cho các bang và liên bang.[4]

Nghiên cứu và phát triển không phải là lĩnh vực duy nhất mà qua đó sự tăng trưởng kinh tế được kết nối với các đổi mới không carbon. Các chính phủ cũng có thể hỗ trợ các công ty năng lượng sạch phát triển bằng cách áp dụng các chính sách làm giảm Chi phí Xanh và giúp các sản phẩm xanh dễ dàng cạnh tranh hơn với

đối thủ là sản phẩm từ nhiên liệu hóa thạch. Và họ có thể sử dụng nguồn tiền từ các gói cứu trợ COVID-19 cho những việc như mở rộng lượng tiêu thụ năng lượng tái tạo và xây dựng lưới điện tích hợp.

Năm 2020 là một bước lùi lớn đầy khó khăn và đau thương. Nhưng tôi lạc quan rằng chúng ta sẽ kiểm soát được COVID-19 vào năm 2021. Và tôi cũng lạc quan rằng chúng ta sẽ đạt được tiến bộ thực sự về biến đổi khí hậu – bởi vì thế giới hiện đang quyết tâm để giải quyết vấn đề này hơn bao giờ hết.

Khi nền kinh tế toàn cầu rơi vào suy thoái nghiêm trọng trong năm 2008, sự ủng hộ của công chúng với hành động chống biến đổi khí hậu đã giảm mạnh. Mọi người đã không thể nhìn ra cách để chúng ta có thể ứng phó với cả hai cuộc khủng hoảng cùng một lúc.

Lần này thì khác. Mặc dù đại dịch đã tàn phá nền kinh tế toàn cầu, nhưng sự ủng hộ các hành động chống biến đổi khí hậu vẫn mạnh mẽ như vào năm 2019. Có vẻ như khí thải đã không còn là một vấn đề mà chúng ta sẵn sàng bỏ qua.

Câu hỏi được đặt ra bây giờ là: Chúng ta nên làm gì với đà tiến triển này? Với tôi, câu trả lời đã rõ ràng. Chúng ta nên dành thập niên tới để tập trung vào các công nghệ, chính sách và cấu trúc thị trường có tác dụng đặt chúng ta trên con đường loại bỏ khí nhà kính vào năm 2050. Thật khó để nghĩ ra cách ứng phó nào tốt hơn cho một năm 2020 đầy khó khăn hơn là dành mười năm tiếp theo để cống hiến cho mục tiêu đầy tham vọng này.

Lời cảm ơn

Tôi muốn cảm ơn những con người tại Quỹ Đầu tư Mạo hiểm Gates và Năng lượng Đột phá đã giúp tôi hoàn thành cuốn sách *Thảm họa khí hậu: Chúng ta đã có gì và chúng ta phải làm gì để ứng phó?*

Josh Daniel là một cộng sự vô cùng tài năng. Anh ấy đã giúp tôi diễn đạt sự phức tạp của biến đổi khí hậu và năng lượng sạch một cách đơn giản và rõ ràng nhất có thể. Nếu cuốn sách này có hiệu quả như tôi hi vọng, phần lớn điều ấy sẽ là nhờ vào kỹ năng của Josh.

Tôi viết cuốn sách này với mong muốn khuyến khích thế giới triển khai các kế hoạch hiệu quả để đối phó với biến đổi khí hậu. Trong nỗ lực này, tôi đã có những người đồng hành tuyệt vời nhất như Jonah Goldman và đội ngũ của anh ấy, bao gồm Robin Millican, Mike Boots và Lauren Nevin. Họ đã cho tôi những lời khuyên quan trọng về chính sách khí hậu và các chiến lược để đảm bảo rằng những ý tưởng trong cuốn sách này sẽ tạo ra tác động cụ thể.

Ian Saunders đã chỉ đạo quá trình sáng tạo và sản xuất với toàn bộ sự khéo léo mà tôi mong đợi ở anh. Anu Horsman và Brent Christofferson đã thiết kế các biểu đồ – với sự hỗ trợ chuyên môn từ Beyond Words – và chọn ra những bức ảnh giúp cuốn sách này sống động hơn.

Bridgitt Arnold và Andy Cook đã chỉ đạo các hoạt động quảng bá.

Và Larry Cohen đã quản lý tất cả những công việc này bằng sự bình tĩnh và thông tuệ thường thấy của anh.

Đội ngũ tại Rhodium Group, do Trevor Houser và Kate Larsen dẫn đầu, đã giúp ích rất nhiều. Những nghiên cứu và lời khuyên của

họ đã được thể hiện trong suốt cuốn sách này.

Cũng xin cảm ơn tất cả thành viên hội đồng quản trị của Quỹ Đầu tư Mạo hiểm Năng Lượng Đột phá: Mukesh Ambani, John Arnold, John Doerr, Rodi Guidero, Abby Johnson, Vinod Khosla, Jack Ma, Hasso Plattner, Carmichael Roberts và Eric Toone.

Jabe Blumenthal và Karen Fries là hai đồng nghiệp cũ của tôi tại Microsoft, họ đã tổ chức buổi học đầu tiên về biến đổi khí hậu mà tôi được tham gia vào năm 2006. Trong buổi học đó, họ giới thiệu tôi với hai nhà khoa học khí hậu, Ken Caldeira – khi ấy làm việc tại Viện Khoa học Carnegie – và David Keith đến từ Trung tâm Môi trường của Đại học Harvard. Kể từ đó, tôi đã có vô số cuộc trò chuyện với Ken và David; những cuộc trò chuyện đó đã giúp định hình suy nghĩ của tôi.

Ken và một nhóm nghiên cứu sinh hậu tiến sĩ của anh ấy – Candise Henry, Rebecca Peer và Tyler Ruggles – đã miệt mài đọc từng dòng bản thảo để kiểm tra những sai sót. Tôi rất biết ơn công việc tỉ mỉ của họ. Mọi sai sót còn lại đều thuộc về trách nhiệm của tôi.

David MacKay từ Đại học Cambridge, người không may đã qua đời, đã truyền cảm hứng cho tôi bằng sự thông minh và hiểu biết sâu sắc của ông. Tôi giới thiệu cuốn sách tuyệt vời *Sustainable Energy – Without the Hot Air* (Tạm dịch: Năng lượng bền vững – Không Nóng Toàn cầu) của ông ấy cho bất kỳ ai muốn tìm hiểu sâu hơn về chủ đề năng lượng và biến đổi khí hậu.

Vaclav Smil, giáo sư danh dự tại Đại học Manitoba, là một trong những con người có tư duy hệ thống tốt nhất mà tôi từng gặp. Ảnh hưởng của ông ấy đối với cuốn sách này là đặc biệt rõ ràng trong những phần về lịch sử của quá trình chuyển dịch năng lượng, và trong những sai sót mà ông ấy đã giúp tôi tránh mắc phải.

Tôi đã may mắn được gặp gỡ – và học hỏi – trong nhiều năm từ những người có nhiều hiểu biết. Cảm ơn Thượng nghị sĩ Lamar Alexander, Josh Bolten, Carol Browner, Steven Chu, Arun Majumdar, Ernest Moniz, Thượng nghị sĩ Lisa Murkowski, Henry Paulson và John Podesta vì đã dành thời gian.

Nathan Myhrvold đã gửi cho tôi những phản hồi chu đáo về bản thảo ban đầu. Nathan không bao giờ ngần ngại nói với tôi những gì anh ấy thực sự nghĩ, một phẩm chất mà tôi luôn đánh giá cao,

ngay cả khi tôi không nghe theo lời khuyên của anh ấy.

Những người bạn và đồng nghiệp khác đã rất tử tế khi dành thời gian đọc bản thảo và đưa ra phản hồi của họ, trong đó có Warren Buffett, Sheila Gulati, Charlotte Guyman, Geoff Lamb, Brad Smith, Marc St. John, Mark Suzman và Lowell Wood.

Tôi muốn cảm ơn những thành viên còn lại trong đội ngũ tại Năng lượng Đột phá: Meghan Bader, Julie Barger, Adam Barnes, Farah Benahmed, Ken Caldeira, Saad Chaudhry, Jay Dessy, Gail Easley, Ben Gaddy, Ashley Grosh, Jon Hagg, Conor Hand, Aliya Haq, Victoria Hunt, Anna Hurlimann, Krzysztof Ignaciuk, Kamilah Jenkins, Christie Jones, Casey Leiber, Yifan Li, Dan Livengood, Jennifer Maes, Lidya Makonnen, Maria Martinez, Ann Mettler, Trisha Miller, Kaspar Mueller, Daniel Muldrew, Philipp Offenberg, Daniel Olsen, Merrielle Ondreicka, Julia Reinaud, Ben Rouillé d'Orfeuil, Dhileep Sivam, Jim VandePutte, Demaris Webster, Bainan Xia, Yixing Xu và Allison Zelman.

Tôi biết ơn sự hỗ trợ mà tôi nhận được từ đội ngũ tại Quỹ Đầu tư Mạo hiểm Gates. Cảm ơn Katherine Augustin, Laura Ayers, Becky Bartlein, Sharon Bergquist, Lisa Bishop, Aubree Bogdonovich, Niranjan Bose, Hillary Bounds, Bradley Castaneda, Quinn Cornelius, Zephira Davis, Prarthna Desai, Pia Dierking, Gregg Eskenazi, Sarah Fosmo, Josh Friedman, Joanna Fuller, Meghan Groob, Rodi Guidero, Rob Guth, Diane Henson, Tony Hoelscher, Mina Hogan, Margaret Holsinger, Jeff Huston, Tricia Jester, Lauren Jiloty, Chloe Johnson, Goutham Kandru, Liesel Kiel, Meredith Kimball, Todd Krahenbuhl, Jen Krajicek, Geoff Lamb, Jen Langston, Jordyn Lerum, Jacob Limestall, Abbey Loos, Jennie Lyman, Mike Maguire, Kristina Malzbender, Greg Martinez, Nicole MacDougall, Kim McGee, Emma McHugh, Kerry McNellis, Joe Michaels, Craig Miller, Ray Minchew, Valerie Morones, John Murphy, Dillon Mydland, Kyle Nettelbladt, Paul Nevin, Patrick Owens, Hannah Palko, Mukta Phatak, David Phillips, Tony Pound, Bob Regan, Kate Reizner, Oliver Rothschild, Katie Rupp, Maheen Sahoo, Alicia Salmond, Brian Sanders, KJ Sherman, Kevin Smallwood, Jacqueline Smith, Steve Springmeyer, Rachel Strege, Khiota Therrien, Caroline Tilden, Sean Williams, Sunrise Swanson Williams, Yasmin Wazir, Cailin Wyatt, Mariah Young và Naomi Zukor.

Tôi cũng muốn cảm ơn đội ngũ tại Knopf. Sự hỗ trợ ngay từ ban đầu của Bob Gottlieb đã giúp biến cuốn sách này thành hiện thực. Mọi thứ bạn đã từng được nghe về kỹ năng biên tập siêu phàm của

anh ấy là sự thật. Katherine Hourigan đã cẩn thận và khéo léo đưa cuốn sách này từ giai đoạn biên tập đến xuất bản. Cũng xin gửi lời cảm ơn đến Sonny Mehta, Reagan Arthur, Maya Mavjee, Tony Chirico, Andy Hughes, Paul Bogaards, Chris Gillespie, Lydia Buechler, Mike Collica, John Gall, Suzanne Smith, Serena Lehman, Kate Hughes, Anne Achenbaum, Jessica Purcell, Julianne Clancy và Elizabeth Bernard. Và cảm ơn Lizzie Gottlieb đã giới thiệu dự án này với cha của cô.

Cuối cùng, tôi muốn cảm ơn Melinda, Jenn, Rory và Phoebe; các chị gái của tôi, Kristi và Libby; và bố tôi, Bill Gates Sr., người đã qua đời trong khi cuốn sách này đang được hoàn thiện. Tôi thật may mắn khi có một gia đình tràn đầy tình yêu thương và sự ủng hộ.

Chú thích

MỞ ĐẦU

1. Ảnh: James Iroha.

2. Sử dụng dữ liệu từ World Bank World Development Indicators, được cấp phép theo CC BY 4.0 (https://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0) và có thể truy cập tại https://data.worldbank. org/. Thu nhập được tính theo GDP trên đầu người vào năm 2014, dựa trên sức mua tương đương, theo tỉ giá đô-la quốc tế tại thời điểm hiện tại. Tiêu thụ năng lượng được tính theo kilôgam dầu thô tương đương trên đầu người vào năm 2014, dựa trên dữ liệu của IEA từ World Bank World Development Indicators. Bảo lưu toàn quyền, sửa đổi bởi Gates Ventures, LLC.

3. Ảnh: Lễ khởi động Sứ mệnh Đổi mới, từ trái sang phải, chức vụ được giữ nguyên như tại thời điểm diễn ra sự kiện vào năm 2015 Wan Gang, Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ (Trung Quốc); Ali Al-Naimi, Bộ trưởng Bộ Dầu mỏ và Khoáng sản (Ả-rập Xê-út); Thủ tưởng Erna Solberg (Na Uy); Thủ tưởng Shinzo Abe (Nhật Bản); Tổng thống Joko Widodo (Indonesia); Thủ tướng Justin Trudeau (Canada); Bill Gates; Tổng thống Barack Obama (Mỹ); Tổng thống François Hollande (Pháp); Thủ tướng Narendra Modi (India); Tổng thống Dilma Rousseff (Brazil); Tổng thống Michelle Bachelet (Chile); Thủ tướng Lars Løkke Rasmussen (Đan Mạch); Thủ tướng Matteo Renzi (Ý); Tổng thống Enrique Peña Nieto (Mexico); Thủ tưởng David Cameron (Vương quốc Anh); Sultan Al Jaber, Bộ trưởng Bộ Ngoại giao và Đặc phái viên về Năng lượng và Biến đổi khí hậu (Các Tiểu vương quốc Ả rập Thống nhất. Ảnh: Ian Langsdon/ AFP via Getty Images.

CHƯƠNG 1

1. Ứng dụng Climate Explorer của Viện Khí tượng Hoàng gia Hà Lan.

2. Dữ liệu về nhiệt độ, tương quan với giai đoạn 1951-1980, được lấy từ Berkeley Earth, berkeleyearth.org; dữ liệu về CO^2 tính theo tấn được lấy từ Global Carbon Budget 2019 của Le Quéré, Andrew và cộng sự, được cấp phép theo CC BY 4.0 (https://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0) và có thể truy cập tại https://essd.copernicus.org/articles/11/1783/2019/.

3. Solomon M. Hsiang và Amir S. Jina, "Geography, Depreciation, and Growth," *American Economic Review*, 05/2015.

4. Ảnh: AFP via Getty Images.

5. Donald Wuebbles, David Fahey và Kathleen Hibbard, *National Climate Assessment 4*: Climate Change Impacts in the United States (U.S. Global Change Research Program, 2017).

6. R. Warren và cộng sự, "The Projected Effect on Insects, Vertebrates, and Plants of Limiting Global Warming to 1.5°C Rather than 2°C," *Science*, 18/05/2018.

7. Trang web World of Corn, đăng tải bởi National Corn Growers Association, worldofcorn.com.

8. Trang web Iowa Corn Promotion Board, www.iowacorn.org.

9. Colin P. Kelley và cộng sự, "Climate Change in the Fertile Crescent and Implications of the Recent Syrian Drought," *PNAS*, 17/03/2015.

10. Anouch Missirian và Wolfram Schlenker, "Asylum Applications Respond to Temperature Fluctuations," *Science*, 22/12/2017.

CHƯƠNG 2

1. Ảnh: dem10/E+ via Getty Images và lessydoang/RooM via Getty Images.

2. U.S. Energy Information Administration, www.eia.gov.

3. Biểu đồ này sử dụng dữ liệu về dân số từ United Nations World Population Prospects 2019, được cấp phép theo CC BY 3.0 IGO (https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/) và có thể truy cập tại https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/.

4. Ảnh: Paul Seibert.

5. Ảnh: ©Bill & Melinda Gates Foundation/Prashant Panjiar.

6. Vaclav Smil, *Energy Myths and Realities* (Washington, D.C.: AEI Press, 2010), 136–37.

7. Cùng nguồn trên.

8. Vaclav Smil, *Energy Transitions* (2018)

9. Cùng nguồn trên.

10. Xiaochun Zhang, Nathan P. Myhrvold, và Ken Caldeira, "Key Factors for Assessing Climate Benefits of Natural Gas Versus Coal Electricity Generation," *Environmental Research Letters*, 26/11/2014, iopscience.iop.org.

11. Phân tích của Rhodium Group.

CHƯƠNG 3

1. Biểu đồ này thể hiện mức tiêu thụ năng lượng trung bình. Nhu cầu điện ở mức đỉnh sẽ còn cao hơn nữa. Ví dụ, nhu cầu điện ở mức đỉnh của nước Mỹ vào năm 2019 là 704 gigawatt. Hãy xem trang web của Cơ quan Quản lý Năng lượng Mỹ để biết thêm thông tin.

2. Taking Stock 2020: The COVID-19 Edition, Rhodium Group, https://rhg.com.

CHƯƠNG 4

1. Ảnh: Gia đình Gates.

2. Dựa trên dữ liệu của Cơ quan Năng lượng Quốc tế trong IEA (2020), SDG7: Data and Projections, IEA 2020, www.iea.org/statistics. Bảo lưu toàn quyền, sửa đổi bởi Gates Ventures, LLC.

3. Nathan P. Myhrvold và Ken Caldeira, "Greenhouse Gases, Climate Change, and the Transition from Coal to Low-Carbon Electricity," *Environmental Research Letters*, Feb. 16, 2012, iopscience.iop.org.

4. Năng lượng tái tạo bao gồm gió, Mặt Trời, địa nhiệt và nhiên liệu sinh học tiên tiến. Nguồn: bp Statistical Review of World Energy 2020, https://www.bp.com.

5. Vaclav Smil, *Energy and Civilization* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2017), 406.

6. Ảnh: Universal Images Group via Getty Images

7. Văn phòng Thông tin Khoa học và Kỹ thuật thuộc Bộ Năng lượng Mỹ, "Analysis of Federal Incentives Used to Stimulate Energy Production: An Executive Summary," 03/1980, www.osti.gov. Tính toán về khoản tiền hỗ trợ cho than đá và khí ga được hiệu chỉnh theo đô-la Mỹ vào năm 2019.

8. Wataru Matsumura và Zakia Adam, "Fossil Fuel Consumption Subsidies Bounced Back Strongly in 2018," IEA commentary, 13/06/2019.

9. Dữ liệu từ Eurelectric, "Decarbonisation Pathways," 05/2018, cdn.eurelectric.org.

10. Fraunhofer ISE, www.energy-charts.de.

11. Zeke Turner, "In Central Europe, Germany's Renewable Revolution Causes Friction," *Wall Street Journal*, 16/03/2017.

12. Bộ Năng lượng Mỹ, *Quadrennial Technology Review: An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities* (2015), https://www.energy.gov.

13. Dữ liệu từ Deaths per TWh của Markandya & Wilkinson; Sovacool và cộng sự, được cấp phép theo CC BY 4.0 (https://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/) và có thể truy cập tại https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy- production-per-twh.

14. Bộ Năng lượng Mỹ, "ComputingAmerica's Offshore Wind Energy Potential," 09/09/2016, www.energy.gov.

15. David J. C. MacKay, *Sustainable Energy – Without the Hot Air* (Cambridge, U.K.: UIT Cambridge, 2009), 98, 109.

16. "Negative Emissions Technologies and Reliable Sequestration: A Research Agenda," National Academies of Science, Engineering, and Medicine, 2019.

CHƯƠNG 5

1. Bộ Vận tải Washington, www.wsdot.wa.gov.

2. Ảnh: WSDOT.

3. "Statue Statistics," Statue of Liberty National Monument, New York, National Park Service, www.nps.gov.

4. Vaclav Smil, *Making the Modern World* (Chichester, U.K.: Wiley, 2014), 36.

5. Bộ Nội vụ Mỹ, U.S. Geological Survey, T. D. Kelly, và G. R. Matos, comps., 2014, "Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States" (phiên bản 2016): U.S. Geological Survey Data Series 140, truy cập 06/12/2019; USGS Minerals Yearbooks – Trung Quốc (2002, 2007, 2011, 2016), https://www.usgs.gov.

6. Hội đồng Hóa học Mỹ, "Plastics and Polymer Composites in Light Vehicles," Aug. 2019, www.automotiveplastics.com.

7. Ảnh: REUTERS/Carlos Barria.

8. Bộ Nội vụ Mỹ, U.S. Geological Survey, "Mineral Commodity Summaries 2019."

9. Freedonia Group, "Global Cement – Demand and Sales Forecasts, Market Share, Market Size, Market Leaders," May 2019, www.freedoniagroup.com.

10. Chỉ tính lượng phát thải trực tiếp, không tính lượng phát thải từ sản xuất điện. Nguồn: Rhodium Group.

CHƯƠNG 6

1. Phân tích nội bộ của Rhodium Group.

2. Paul Ehrlich, *The Population Bomb* (New York: Ballantine Books, 1968).

3. World Bank, data.worldbank.org.

4. Derek Thompson, "Cheap Eats: How America Spends Money on Food," *The Atlantic*, 08/03/2013, www.theatlantic.com.

5. OECD (2020), OECDFAO Agricultural Outlook, https://stats.oecd.org (truy cập 10/2020).

6. Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc,

www.fao.org.

7. UNESCO, “Gastronomic Meal of the French,” ich.unesco.org.

8. Khảo sát trực tuyến về giá bán lẻ tại Mỹ vào tháng 9 năm 2020, thực hiện bởi Rhodium Group.

9. Ảnh: Gates Notes, LLC.

10. Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp Liên Hợp Quốc. FAOSTAT. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Latest update: November 30, 2020. Truy cập 11/2020. https://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=HIGH_AGLINK_2020#.

11. World Bank Development Indicators, databank.worldbank.org.

12. Janet Ranganathan và cộng sự, “Shifting Diets for a Sustainable Food Future,” World Resources Institute, www.wri.org.

13. Viện Tài nguyên Quốc tế, “Forests and Landscapes in Indonesia,” www.wri.org.

CHƯƠNG 7

1. https://www.oecdilibrary.org/.

2. Số liệu phát thải trong quá khứ được lấy từ Rhodium Group. Số liệu phát thải dự đoán được dựa trên tài liệu của Tổ chức Năng lượng Quốc tế IEA (2020), World Energy Outlook, IEA 2020, www.iea.org/statistics. Bảo lưu toàn quyền, sửa đổi bởi Gates Ventures, LLC.

3. Dữ liệu từ Beyond road vehicles: Khảo sát về các phương án của công nghệ không phát thải đối với lĩnh vực giao thông vận tải, thực hiện bởi Hall, Pavlenko, và Lutsey, được cấp phép theo CC BY-SA 3.0 (https://www.creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) and available at https://theicct.org/sites/default/files/publications/ Beyond_Road_ZEV_Working_Paper_20180718.pdf.

4. Tổ chức Quốc tế Các Nhà sản xuất Xe cơ giới (OICA), www.oica.net.

5. Giả định mỗi năm có 69 triệu chiếc xe ô tô tăng thêm và 45 triệu chiếc không hoạt động nữa, với thời gian sử dụng của

phương tiện này là 13 năm.

6. Thông số của Chevrolet Malibu và Bolt EV được lấy từ mẫu xe năm 2020. Nguồn: https://www.chevrolet.com. Illustrations ©izmocars – Bảo lưu toàn quyền.

7. Giả định mỗi chủ sở hữu mua xe với giá trung bình, sử dụng trong vòng bảy năm và lái khoảng 10.000 km mỗi năm. Nguồn: Rhodium Group.

8. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

9. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

10. Cơ quan Quản lý Thông tin Năng lượng Mỹ, www.eia.gov.

11. Michael J. Coren, "Buses with Batteries," *Quartz*, 02/01/ 2018, www.qz.com.

12. Ảnh: Bloomberg via Getty Images.

13. Shashank Sripad và Venkatasubramanian Viswanathan, "Performance Metrics Required of Next-Generation Batteries to Make a Practical Electric Semi Truck," *ACS Energy Letters*, 27/06/2017, pubs.acs.org.

14. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

15. Boeing, www.boeing.com.

16. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

17. Kyree Leary, "China Has Launched the World's First All-Electric Cargo Ship," *Futurism*, 05/12/2017, futurism.com; "MSC

Receives World's Largest Container Ship MSC Gulsun from SHI," *Ship Technology*, 09/07/2019, www.shiptechnology.com.

18. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

19. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

20. S&P Global Market Intelligence, https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/.

CHƯƠNG 8

1. A. A'zami, "Badgir in Traditional Iranian Architecture," Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment conference, Santorini, Greece, 05/2005.

2. Bộ Năng lượng Mỹ, "History of Air Conditioning," www.energy.gov. Also "The Invention of Air Conditioning," Panama City Living, 13/03/2014, www.panamacityliving.com.

3. Cơ quan Năng lượng Quốc tế, "The Future of Cooling," www.iea.org.

4. Cơ quan Năng lượng Quốc tế, www.iea.org.

5. Dựa trên dữ liệu của Cơ quan Năng lượng Quốc tế, từ IEA (2018), The Future of Cooling, IEA (2018), www.iea.org/statistics. Bảo lưu toàn quyền, sửa đổi bởi Gates Ventures, LLC.

6. Cùng nguồn trên.

7. Cơ quan Bảo vệ Môi trường Mỹ, www.epa.gov.

8. Rhodium Group.

9. Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ, www.eia.gov.

10. Rhodium Group, Evolved Energy Research, IRENA, và Agora Energiewende. Giá bán lẻ là giá trung bình tại Mỹ từ năm 2015 đến năm 2018. Các phương án không carbon được ước tính theo giá hiện tại.

11. Cùng nguồn trên.

12. Bullitt Center, www.bullittcenter.org.

13. Ảnh: Nic Lehoux.

CHƯƠNG 9

1. Ảnh: ©Quỹ Bill & Melinda Gates/Frederic Courbet.

2. Max Roser, Our World in Data website, ourworldindata.org.

3. Ngân hàng Thế giới, www.data.worldbank.org.

4. GAVI, www.gavi.org.

5. Ủy ban Thích ứng Toàn cầu, *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*, World Resources Institute, 09/2019, gca.org.

6. Ảnh: Từ bộ sưu tập ảnh của Viện Nghiên cứu Lúa gạo Quốc tế (IRRI), Los Banos, Laguna, Philippines.

7. Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp thuộc Liên Hợp Quốc, *State of Food and Agriculture: Women in Agriculture*, 2010– 2011, www.fao.org.

8. Photo: Mazur Travel via Shutterstock.

9. Ngân hàng Thế giới, "Decline of Global Extreme Poverty Continues but Has Slowed," www.worldbank.org.

CHƯƠNG 10

1. Ảnh: Mirrorpix via Getty Images.

2. Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ, www.eia.gov.

3. Cơ quan Năng lượng Quốc tế.

4. Bộ Năng lượng Mỹ, "Renewable Energy and Efficient Energy Loan Guarantees," www.energy.gov.

5. Photo: Sirio Magnabosco/EyeEm via Getty Images.

CHƯƠNG 11

1. Lưu trữ thông tin của Dự án Bản đồ Gen Người, "Potential

Benefits of HGP Research," web.ornl.gov.

2. Simon Tripp và Martin Grueber, "Economic Impact of the Human Genome Project," *Battelle Memorial Institute*, www.battelle.org.

CHƯƠNG 12

1. Hans Rosling, *Sự thật về Thế giới: Mười lý do khiến ta hiểu sai về thế giới – và vì sao thế giới này tốt hơn ta tưởng*, cùng Ola Rosling và Anna Rosling Rönnlund (New York: Flatiron Books, 2018), 255.

LỜI BẠT

1. "Race, Ethnicity, and Age Trends in Persons Who Died from COVID-19 –United States, May-August 2020," Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh Mỹ, https://www.cdc.gov.

2. "Preliminary Medicare COVID-19 Data Snapshot," Trung tâm Dịch vụ Medicare và Medicaid, https://www.cms.gov.

3. "Goalkeepers Report 2020," https://www.gatesfoundation.org.

4. "Impacts of Federal R&D Investment on the U.S. Economy," Năng lượng Đột phá, https://www.breakthroughenergy.org.

Sách cùng chủ đề

1. *Con đường thoát hạn,* Seth M. Siegel

2. *Năng lượng: Lịch sử nhân loại từ than củi tới hạt nhân,* Richard Rhodes

3. *Súng, vi trùng và thép,* Jared Diamond

4. *Sụp đổ: Các xã hội đã thành công hay thất bại như thế nào?,* Jared Diamond

5. *Thảm họa khí hậu: Chúng ta đã có gì và chúng ta phải làm gì để ứng phó?,* Bill Gates

6. *Thế giới cho đến ngày hôm qua,* Jared Diamond